ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE
ANNÉE 1971 N° 18

Le syndrome humoral dans les diarrhées des veaux

Les aspects divers de la thérapeutique

THÈSE

pour le Doctorat Vétérinaire
Diplôme d'État

présentée et soutenue publiquement en Mars 1971
devant l'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE
par

PICHON Bernard, Henri
Né le 29 Juillet 1945 à JUILLAC (Corrèze)

Jury :

Président : M. SOREL Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. BERTHELON Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. TOURNUT Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

TOULOUSE
IMPRIMERIE MÉDOUS
8, RUE GUTENBERG
1971

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546526_0028

LE SYNDROME HUMORAL DANS LES DIARRHÉES DES VEAUX

Les aspects divers de la thérapeutique

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE
ANNÉE 1971 N° 18

Le syndrome humoral dans les diarrhées des veaux

Les aspects divers de la thérapeutique

THÈSE

pour le Doctorat Vétérinaire
Diplôme d'État

présentée et soutenue publiquement en Mars 1971
devant l'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE
par

PICHON Bernard, Henri
Né le 29 Juillet 1945 à JUILLAC (Corrèze)

Jury :

Président : M. SOREL Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. BERTHELON Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse
M. TOURNUT Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur ..... M. FLORIO
Directeurs Honoraires .. MM. PONS
DARRASPEN

PERSONNEL ENSEIGNANT

Chaire de Pharmacie et Toxicologie :
Professeur titulaire ..... M. GODFRAIN
Maître-Assistant ..... Mme BURGAT-SACAZE
Pharmacie et Toxicologie

Chaire de Physique et Chimie Biologiques et Médicales :
Professeur titulaire ..... M. RICO
Maître-Assistant Agrégé .. M. LORGUE
Physique biologique et médicale
Chimie biologique et médicale

Chaire d'Anatomie des Animaux Domestiques :
Professeur titulaire ..... M. PAVAUX
Anatomie descriptive - Extérieur
Anatomie appliquée - Tératologie

Chaire de Physiologie et Thérapeutique :
Professeur titulaire ..... M. RUCKEBUSCH
Maître-Assistant Agrégé .. M. FARGEAS
Physiologie - Thérapeutique et Pharmacodynamie

Chaire d'Histologie - Anatomie Pathologique :
Professeur titulaire ..... M. VAN HAVERBEKE
Maître de Conférences, non chef de Service, Prof. sans Chaire ..... M. CABANIE
Histologie - Embryologie - Anatomie Pathologique

Chaire d'Hygiène et Industrie des Aliments d'origine animale :
Professeur titulaire ..... M. LABIE
Maître-Assistant ..... M. EECKHOUTTE
Hygiène, Inspection, Contrôle et Technologie des denrées alimentaires d'origine animale

Chaire de Parasitologie et Maladies Parasitaires :
Professeur titulaire ..... M. BRIZARD
Maître-Assistant ..... M. DORCHIES
Zoologie appliquée - Parasitologie externe
Parasitologie interne - Clinique

Chaire de Sémiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores :
Professeur titulaire ..... M. FLORIO
Maître de Conférences, non Chef de Service, Prof. sans Chaire ..... M. LESCURE
Maître-Assistant ..... M. GUELFI
Sémiologie et Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores - Législation Vétérinaire et Déontologie Clinique

Chaire de Pathologie Médicale du Bétail et des animaux de basse-cour :
Professeur titulaire ..... M. TOURNUT
Maître de Conférences, non chef de Service, Prof. sans Chaire ..... M. ESPINASSE
Sémiologie et Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour - Clinique
Clinique ambulatoire

Chaire de Pathologie Chirurgicale :
Professeur titulaire ..... N.
Maître de Conférences, Chef de Service ..... M. CAZIEUX
Propédeutique et Sémiologie chirurgicale
Technique chirurgicale - Pathologie chirurgicale
Podologie - Clinique

Chaire de Pathologie de la Reproduction :
Professeur titulaire ..... M. BERTHELON
Maître de Conférences, non Chef de Service, Prof. sans chaire ..... M. ROYAL
Sémiologie et propédeutique
Pathologie de la Reproduction
Obstétrique - Clinique

Chaire de Maladies Contagieuses - Zoonoses - Législation Sanitaire :
Professeur titulaire ..... M. SAURAT
Maître-Assistant ..... M. CHANTAL
Maladies Contagieuses - Zoonoses
Législation Sanitaire

Chaire de Pathologie Générale - Microbiologie - Immunologie :
Professeur titulaire ..... M. LAUTIE
Microbiologie - Immunologie
Pathologie Générale

Chaire de Zootechnie et Economie Rurale :
Professeur titulaire ..... M. QUEINNEC
Maître-Assistant ..... M. DARRE
Ethnologie - Génétique appliquée - Hygiène Générale
Zootechnie - Elevage - Economie Générale et des productions animales

Chaire d'Alimentation :
Professeur titulaire ..... M. FALIU
Maître-Assistant Agrégé .. M. GRIESS
Botanique appliquée et Bromatologie
Agronomie - Alimentation

COURS COMPLEMENTAIRES CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Antibiothérapie des Maladies infectieuses ..... M. MONNIER
Aspect médical des Zoonoses ..... M. ARMENGAUD
Energétique ..... M. LABOUCHE
Initiation à l'informatique biomédicale ..... M. FERNET
Agronomie ..... M. COMBRET
Métabolismes ..... M. RAYNAUD

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats (Délibération de la Faculté, en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole, en date du 13 juin 1924).

UNIV. LEIDEN BIBL.

A MA FEMME

En remerciement pour son soutien, aide précieuse dans l'élaboration de ce travail, et en gage de mon amour profond.

A MES PARENTS

En témoignage d'affection et de reconnaissance, puissent-ils trouver ici la modeste récompense de leurs efforts et de leur aide.

A MA FAMILLE

A MES AMIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR SOREL

de l'Université Paul-Sabatier de Toulouse.

Qui nous a fait le très grand honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR BERTHELON

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Chevalier de la Légion d'honneur.

Qui nous a inspiré ce sujet de thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici l'hommage de notre profonde reconnaissance pour les conseils qu'il nous a prodigués et la bienveillance dont il nous a entouré.

MONSIEUR LE PROFESSEUR TOURNUT

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Qui a accepté de faire partie de notre jury de thèse.

Reconnaissance et gratitude.

A MONSIEUR LE VÉTÉRINAIRE BIOLOGISTE

COLONEL PETROV

A qui nous exprimons respectueusement nos profonds remerciements pour la bienveillance dont il a fait preuve à notre égard.

A TOUS NOS MAITRES
DE L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE
DE TOULOUSE

Il est pour nous un agréable devoir, avant de commencer ce travail, de remercier tous ceux qui ont aidé à son élaboration, et plus particulièrement :

— M. J.-C. Fayet, qui nous a fait l'honneur de nous recevoir dans les locaux de l'Institut National de la Recherche Agronomique et de s'intéresser à notre travail. Il nous a permis de publier le compte rendu de ses travaux, portant sur le syndrome humoral dans la diarrhée des veaux nouveau-nés, ainsi que les conclusions qui s'en dégagent.

Avec l'expression de notre gratitude.

— Les Laboratoires Sepval, en la personne du Docteur Parodi, Vétérinaire, et de M. Pistre, qui se sont très aimablement mis à notre disposition pour nous fournir tous les renseignements utiles à l'élaboration de ce travail.

Témoignage de reconnaissance.

I. INTRODUCTION

La mortalité des veaux, de la naissance au sevrage, y compris la morti natalité, oscille dans les pays Européens entre 10 et 12 %, avec de nombreuses variations, tant régionales que saisonnières. En France, la majorité des enquêtes effectuées ces dernières années s'accorde sur un chiffre de mortalité de 10 % environ, avec des pointes à 30 % dans certaines régions d'élevage, qui sont les plus touchées par ces affections. Dans certaines fermes, ce sont 80 à 100 % des veaux qui meurent, et ce, pendant plusieurs années consécutives.

Les pertes économiques qui en résultent ont donc une importance considérable. Les diverses tentatives d'évaluation donnent des résultats assez variables : le minimum annoncé est de l'ordre de 2 % de l'effectif veau, représentant la somme de 80 millions de francs. Les études les plus récentes montrent qu'il est plus juste de compter sur 800 000 à 1 million de cas annuels mortels, ce qui représente 250 millions de francs environ.

Il convient de souligner, en outre, que ces chiffres ne sont qu'un reflet infidèle du problème posé, puisqu'ils ne tiennent compte que de la mortalité, et non de la morbidité, beaucoup plus élevée et génératrice de pertes économiques importantes par défaut de production et par frais thérapeutiques. Une enquête effectuée en 1962, dans la Nièvre, donne une morbidité de 52 % pour une mortalité de 9,63 %. Et encore ces chiffres ne tiennent-ils compte que des cas cliniques soignés par un vétérinaire, et non des affections cédant aux médications classiques administrées par le propriétaire lui-même.

Point n'est donc besoin d'insister sur l'importance des infections néo-natales des veaux. Or, parmi celles-ci, on peut considérer que les maladies que nous regrouperons sous la dénomination « Diarrhées des veaux » représentent 90 % des pertes, le reste étant dû aux affections respiratoires, ombilicales, aux arthrites, aux méningites qui d'ailleurs, si elles évoluent parfois seules, sont très souvent associées au « syndrome diarrhée ». Il n'est

donc pas de vétérinaire rural qui ne soit confronté quasi-journellement avec ce problème : c'est dire l'intérêt qu'offre son étude.

Il n'est évidemment pas question de faire ici l'étude détaillée de toutes les diarrhées des veaux. Nous nous attacherons exclusivement à celles atteignant le veau pendant les premières semaines de sa vie. De même, nous négligerons l'aspect bactériologique, pour étudier plus particulièrement les modifications humorales accompagnant le syndrome « diarrhée » quelle que soit son étiologie. Puis, nous citerons les diverses thérapeutiques qui s'offrent aux praticiens, en choisissant parmi celles-ci, celles qui nous semblent présenter le plus grand intérêt, en particulier dans la correction du syndrome humoral précédemment étudié.

On groupe souvent sous le vocable « Septicémie des veaux » toutes les diarrhées infectieuses des nouveau-nés, quelle qu'en soit l'étiologie exacte. L'utilisation impropre de ce terme n'est probablement que la traduction des incertitudes nombreuses subsistant dans l'étiologie et la pathogénie de ces maladies du veau nouveau-né, dont le principal symptôme est la diarrhée.

On distingue cependant :

1) *Une forme septicémique vraie*, caractérisée par une diarrhée accompagnée de signes généraux graves, avec une mortalité élevée, associée à une bactériémie.

2) *Une forme entérotoxique*, dite « Toxicose » ou « Entérotoxémie », caractérisée par une diarrhée, avec des signes généraux graves, une mortalité élevée résultant de l'absorption des toxines des germes en cause à partir du tractus intestinal, mais sans bactériémie.

3) *Une forme entérale*, caractérisée par une diarrhée bénigne, sans atteinte grave de l'état général, et se terminant par la guérison.

Cette dernière forme, bénigne, mise à part, les diarrhées des veaux peuvent donc se définir comme des affections néo-natales graves, ayant pour point commun l'émission de selles plus ou moins liquides, et présentant les caractéristiques suivantes :

— une évolution toujours rapide, parfois même excessivement brutale;

— une symptomatologie variée : à côté des signes digestifs classiques peuvent se rencontrer des symptômes pulmonaires, articulaires, nerveux. Ces divers symptômes sont accompagnés de modifications humorales constantes quelle

que soit l'étiologie : c'est le syndrome humoral, que nous étudierons en détail;

— une étiologie également variée, avec :

- des causes prédisposantes, aussi nombreuses que diverses : sensibilité particulière du jeune à sa naissance, mauvaise hygiène des exploitations et de l'alimentation, influence de la saison, maladies d'étable (brucellose, mammites), etc.;
- une cause déterminante, l'infection. Les divers agents responsables varient selon les régions, et même parfois suivant les exploitations. Le colibacille joue de loin le rôle le plus important (65 % à 75 % des cas), mais il ne faut pas négliger pour autant les germes anaérobies du groupe Welchia, les Streptocoques, Staphylocoques, Salmonellas, Pasteurellas, le bacille pyocyanique, et même les Brucellas, qui peuvent être l'agent déterminant de diarrhées dans des étables infestées;

— une pathogénie complexe, encore assez mal connue :

- les sources d'infection sont nombreuses: mauvaise hygiène des locaux, animaux malades, animaux atteints d'une affection chronique ou même animaux cliniquement sains, mais porteurs de germes: il convient de souligner en particulier le rôle important des mammites latentes;
- si de nombreuses observations plaident pour une possibilité d'infection « in utero », le plus souvent l'infection se fait soit au cours de l'accouchement, soit après la naissance;
- enfin, du point de vue pathogénèse, les expériences de Fey en 1962 ont permis de montrer que dans la septicémie colibacillaire, la voie de l'infection est parentérale.

Sans nous attarder davantage sur ces divers points, qui sont repris dans de multiples ouvrages, nous allons aborder immédiatement l'étude du syndrome humoral dans les diarrhées des veaux.

LE SYNDROME HUMORAL

Plusieurs auteurs dans le passé se sont penchés sur les perturbations physiologiques de la diarrhée. Blaxter et Wood (1953) ont analysé quelques aspects zootechniques du problème : évolution du poids quotidien, teneur en matière sèche des fèces, bilan minéral et azoté. Mac Sherry et Grinyer (1954) ont attiré l'attention sur les désordres biologiques et particulièrement sur les modifications de l'équilibre acido-basique du milieu intérieur, en soulignant la nécessité d'une réhydratation. En 1959, Roy et ses collaborateurs étudient en détail l'évolution de la kaliémie et de la natrémie au cours de la diarrhée. Dalton, en 1964, aborde un aspect nouveau en suivant l'évolution de l'eau totale au cours de la diarrhée. Cette orientation vers l'étude approfondie des perturbations du métabolisme hydroméral est caractéristique des tendances actuelles; la même année, Vallet, dans une thèse de Doctorat Vétérinaire, n'écrivait-il pas : « L'importance du déficit liquidien global doit être, à notre avis, l'idée primordiale qui guide le thérapeute : celui-ci doit s'efforcer d'apporter à l'organisme malade un volume de liquide considérable ». En 1965, Watt préconisait à son tour l'utilisation de solutions réhydratantes dans la diarrhée néonatale des veaux. La voie ouverte en 1949 par Darraspen, Florio et Joubert sur l'utilisation des sérums salés en médecine vétérinaire trouvait là une nouvelle application. Dalton, Fischer et Mac Intyre (1965) ont suivi l'évolution de l'électrolytémie, de l'hématocrite et du poids corporel des veaux diarrhéiques, tandis que Fischer (1965), reliant les modifications de ces mêmes paramètres sanguins à celles de l'électrocardiogramme, conclut que la diarrhée entraîne une défaillance cardiaque.

En 1968, J.-C. Fayet, publiant les résultats d'expériences effectuées à l'Institut National de la Recherche Agronomique (Theix. 63), rassemble dans une même série expérimentale les résultats isolés des auteurs cités précédemment, en y apportant quelques précisions nouvelles. Avec son accord, c'est l'essentiel de ses publications que nous reproduisons ici.

Nous rapporterons d'abord les résultats concernant les pertes fécales et urinaires, minérales et hydriques, de manière à caractériser quantitativement l'état diarrhéique. Nous résumerons ensuite les modifications de l'ionogramme plasmatique et les atteintes subies par l'homéostasie. Enfin, nous étudierons l'évolution des espaces liquidiens chez le jeune veau au cours de la diarrhée, ce qui nous permettra par la suite de tirer les conséquences pratiques, en particulier l'utilisation des perfusions réhydratantes dans le traitement des diarrhées des jeunes.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les animaux utilisés pour ces expériences étaient des veaux mâles, de race Frisonne pour la plupart. Les différents résultats ont été recueillis à partir de 55 animaux, dont 28 ont été observés dans des fermes (les analyses pratiquées sur ces derniers n'ont été que partielles : analyses plasmatiques). Les 27 autres ont été suivis avec précision.

Parmi ceux-ci : 11 veaux furent installés, le plus rapidement possible après leur naissance, dans des cages à bilan où fèces et urines pouvaient facilement être collectées. Ils y restèrent jusqu'à l'âge maximum de trois semaines.

Sur les 10 animaux qui ne furent pas mis en bilan, on a suivi les modifications de la composition du plasma et des volumes liquidiens.

L'animal était choisi au départ en bonne santé; il était donc son propre témoin puisqu'on suivait l'évolution dans le temps des différents paramètres, avant, pendant et après la diarrhée spontanée. La plupart des 27 veaux ont eu une période de diarrhée de gravité variable, aboutissant à la mort dans 8 cas.

Les veaux étaient pesés, le matin à jeun, deux à trois fois par semaine.

Pendant les trois jours suivant la naissance, ils recevaient le colostrum de leur mère, à raison de deux distributions quotidiennes, au seau. Après ces six repas, les veaux étaient nourris « ad libitum » avec un lait de remplacement reconstitué à partir de 130 g d'aliment d'allaitement pour 870 g d'eau. Le lait était distribué deux fois par jour, au seau, à une température de 37°C environ. Les quantités offertes et refusées étaient pesées pour chaque veau, à tous les repas.

La composition moyenne de l'aliment d'allaitement était la suivante :

Lait écrémé	80 %
Suif	20 %
Vitamine A	1 200 000 U.I.
Vitamine D 3	600 000 U.I.
Vitamine E	2 g
Vitamine C	100 mg
Vitamine B 1	200 mg
Vitamine B 2	400 mg
Vitamine B 6	200 mg
Vitamine B 12	5 mg
Biotine	75 mg
Acide pantothénique	200 mg
Choline	180 g
Furazolidone (10 % de furoxone)	50 g
Potassium	1 120 g
Sodium	400 g
Calcium	1 050 g
Magnésium	92 g
Phosphore	730 g
Chlorure	920 g

(pour 100 kg de poudre)

I. EXCRÉTION FÉCALE ET URINAIRE ÉVOLUTION DE L'APPÉTIT ET DU POIDS CORPOREL

Méthode d'étude

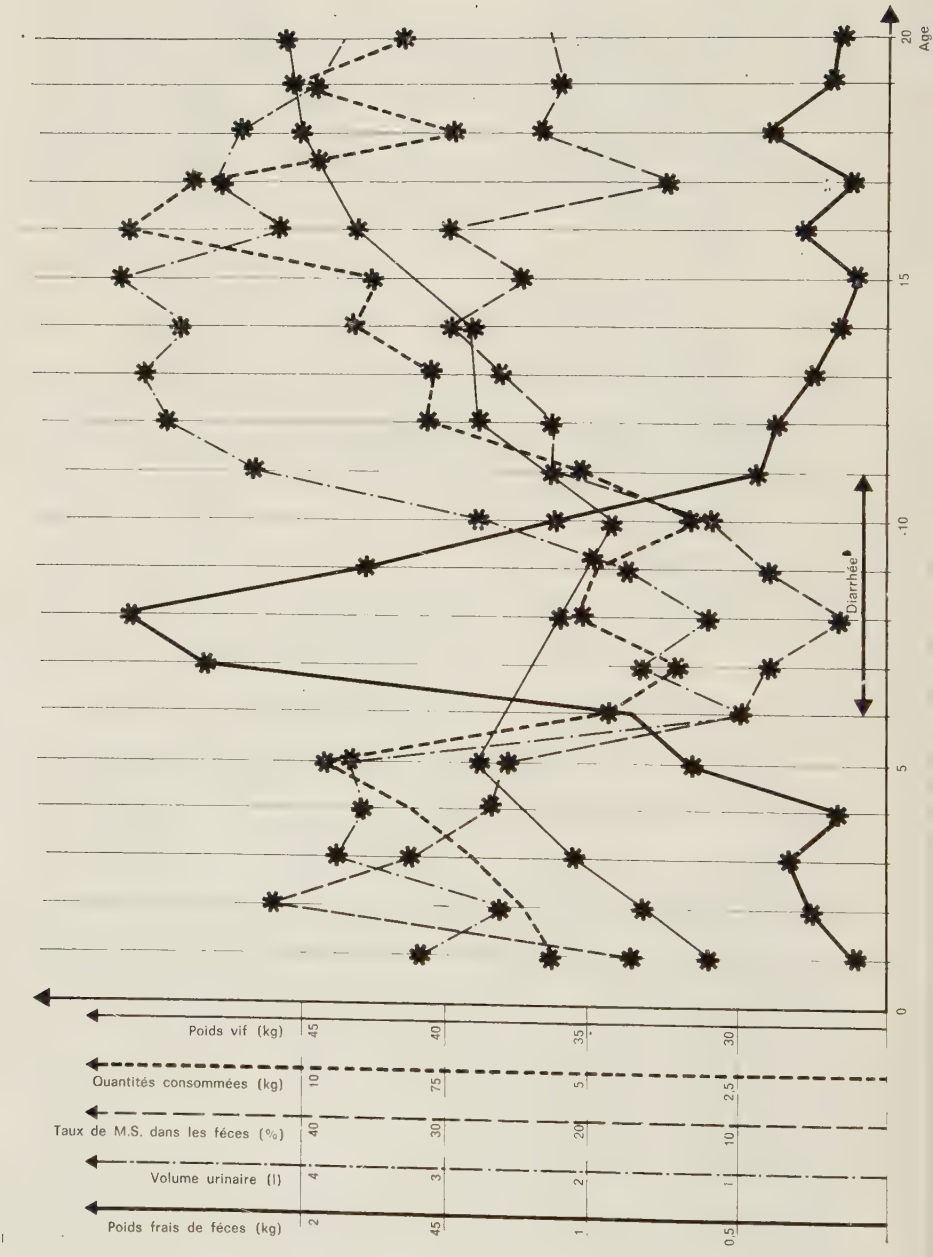
a) *Récolte des excréta :*

Fèces et urines sont récoltées et pesées tous les jours avant le premier repas. Les fèces sont séchées au four à 80°C jusqu'à poids constant. Il est évident que les résultats concernant l'excrétion d'eau ne sont pas rigoureux, étant donnée l'évaporation non contrôlée qui se produit au cours du nycthémère.

Chaque jour, une aliquote urinaire est prélevée et congelée à — 30°C jusqu'à l'analyse.

b) *Dosages des minéraux fécaux :*

Le sodium et le potassium des fèces sont dosés sur un échantillon obtenu après séchage, broyage et homogénéisation. Une aliquote de 100 mg est prélevée et minéralisée à sec, au four à 550°C pendant 16 heures. Les cendres sont traitées par l'acide


Age
0
5
10
15
20
Diarrhée
Poids vif (kg)
45
40
35
30
Quantités consommées (kg)
10
7,5
5
2,5
Taux de M.S. dans les féces (%)
40
30
20
10
Volume urinaire (l)
4
3
2
1
Poids frais de féces (kg)
2
1,5
1
0,5

chlorhydrique (N/5). Après obtention de dilutions convenables, les lectures sont faites au photomètre de flamme.

c) *Dosages urinaires :*

Le sodium et le potassium sont dosés par photométrie de flamme, après simple dilution de l'échantillon d'urine.

d) *Mesures de l'osmolarité urinaire :*

L'osmolarité urinaire est déterminée sur un échantillon filtré, par mesure de l'abaissement du point de congélation de l'urine, à l'aide d'un osmomètre. Les résultats sont donnés en milli-osmoles par litre (m.osm./l.).

Résultats et discussion

La figure suivante illustre l'évolution de cinq paramètres donnés :

— quantités journalières consommées,
— poids frais quotidien de fèces,
— teneur en matière sèche des fèces,
— volume d'urine émise durant le nycthémère,
— poids vif de l'animal.

Ces divers paramètres ont été mesurés sur un veau qui a d'abord été en bonne santé apparente (de la naissance au 5^{e} jour), puis a présenté une diarrhée (du 6^{e} au 11^{e} jour), enfin est redevenu normal (11^{e} au 20^{e} jour).

Ces données représentent, certes, un cas typique, mais les diverses expériences réalisées ont permis de constater que les tendances qui s'y expriment sont constantes chez tous les animaux diarrhéiques.

Etudions en détail quelles sont donc ces tendances.

1. *Fèces*

Chez un veau normal, de la naissance à 20 jours, pesant de 30 à 50 kg, nourri à volonté avec du lait de remplacement, le poids frais quotidien de fèces est assez variable, mais toujours inférieur à 500 g, avec une teneur en matière sèche de l'ordre de 20 à 25 %. En revanche, lorsque la diarrhée apparaît, ce poids atteint rapidement 1 kg et peut même dépasser très largement cette valeur, alors que le taux de matière sèche est toujours inférieur à 12 %. Ce seuil a été déterminé empiriquement par Blaxter et Wood (1953). C'est celui habituellement retenu pour définir l'état diarrhéique d'un veau.

La quantité d'eau fécale émise quotidiennement par un veau sain, mesurée sur 11 animaux au cours de 76 jours, est en moyenne de 180 g. Les mesures répétées sur ces mêmes animaux au cours de la diarrhée ont fourni un chiffre moyen de 1 031 g. La quantité d'eau fécale perdue est donc multipliée par un facteur 6,4 lors de la diarrhée.

2. *Urines*

Le tableau suivant montre que l'élimination d'une quantité très importante d'eau fécale s'accompagne d'une réduction massive de la diurèse. Malgré une dispersion importante des résultats, la relation statistique entre les deux phénomènes est manifeste : la corrélation entre la quantité d'eau fécale et le logarithme du volume urinaire (correction nécessitée par la distribution non gaussienne de cette variable) est négative et hautement significative ($r = -0{,}566$).

Tableau n° 1

	Veaux sains (75 mesures)	*Veaux diarrhéiques* (49 mesures)	*Signification statistique*
Volume urinaire quotidien (l/j)...	3,477 3,740 ⇄ 3,214	1,937 2,311 ⇄ 1,563	F : 47,11
Concentration (m.osm/l).....	264 286 ⇄ 243	388 435 ⇄ 344	F : 30,56
Quantité excrétée quotidiennement (m.osm/l).....	859 932 ⇄ 792	580 687 ⇄ 491	F : 21,17
Quantité d'eau fécale (g/j).. ..	160 187 ⇄ 133	1031 1245 ⇄ 817	F : 87,49

La réduction de la diurèse est de 44 % en moyenne, la quantité d'urine émise par jour passant de 3,5 l en période normale à 1,9 l pendant la diarrhée. Il convient cependant de noter que, dans certains cas, aucune miction ne s'est produite au cours du nycthémère.

Les mesures d'osmolarité urinaire ont fourni quelques données intéressantes. Les résultats rassemblés dans le tableau ci-dessus peuvent être résumés comme suit :

— en période normale, le jeune veau émet une urine hypo-

tonique (264 m.osm/l), mais le volume urinaire lui permet d'excréter une quantité importante de déchets (de l'ordre de 860 m.osm/jour) ;

— au cours de la diarrhée, le veau arrive à concentrer son urine jusqu'à 390 m.osm/l en moyenne. Malgré la production de cette urine légèrement hypertonique, les faibles quantités émises ne lui permettent pas d'excréter plus de 580 m.osm/jour en moyenne;

— de plus, les matières minérales qui constituent approximativement les 2/3 de l'osmolarité urinaire en période normale, n'interviennent plus que pour moitié de la valeur globale de ce phénomène au cours de la diarrhée. Quelques dosages effectués à titre de sondage ont montré une hyperurémie marquée chez les malades, ce qui confirme bien les observations de Fisher (1965) selon lequel l'urémie passe de 0,16 g/l à 0,91 g/l, en moyenne. Dans ces conditions, il existe chez les veaux malades une auto-intoxication à partir des déchets non éliminés.

Il faut signaler que l'hypertonicité urinaire observée pendant la diarrhée est très inférieure à celle qui a été constatée par Dalton (1967) chez des veaux sains, du même âge que ceux soumis aux précédentes expériences, au cours d'un jeûne assez prolongé (2 à 4 jours). Ces animaux, chez qui l'osmolarité urinaire est égale à 257 ± 96 m.osm/l en période normale, seraient en effet capables de concentrer leur urine jusqu'à 928 m.osm/l au bout de deux jours de diète, et 1 323 m.osm/l au bout de quatre jours. Il semble donc que des veaux malades ne soient pas capables de concentrer leur urine au même degré que des veaux sains.

3. *L'appétit au cours de la diarrhée*

L'expérience a consisté à déterminer les quantités de lait consommées quotidiennement par 8 veaux pendant une période de bonne santé apparente (62 mesures) et en période de diarrhée (42 mesures).

Lorsque leur état sanitaire est satisfaisant, les veaux boivent, en moyenne, 6,3 kg de lait par jour. Au cours des périodes de diarrhée, ce chiffre s'abaisse à 4,3 kg par jour, soit une réduction de 31 %.

Il est cependant difficile d'interpréter ce phénomène : il peut en effet y avoir une diminution de l'appétit au cours de la diarrhée,

mais l'animal peut simplement réduire sa consommation parce qu'il n'a pas la force de boire davantage.

4. *Variations de poids au cours de la diarrhée*

Les résultats résumés dans le tableau suivant mesurent la croissance des 8 veaux précédents :

Tableau n° 2

Variation de poids quotidienne en période normale (g/j)....	+ 880 1 080 ⇄ 680
Variation de poids quotidienne au cours de diarrhée (g/j)....	— 490 840 ⇄ 140
Manque à gagner théorique (g/j).....	— 1 370 1 810 ⇄ 930

Les veaux sains ont une croissance de 880 g/jour en moyenne. Atteints de diarrhée, ils ont perdu réellement environ 500 g/jour en moyenne, ce qui correspond à un manque à gagner supérieur à 1 300 g/jour. Ces résultats sont comparables à ceux de Dalton, Fisher et Mac Intyre (1965) qui rapportent une perte de poids de 3,6 kg et de 5,4 kg sur des veaux atteints de diarrhée depuis respectivement 8 et 10 jours (mesures effectuées sur 7 et 4 animaux).

La perte de poids ne peut pas être expliquée par la seule diminution de 30 % de la consommation. Un veau sain, recevant 4,3 kg/jour au lieu des 6,3 kg ingérés normalement, ne perd pas de poids. Nous avons vu précédemment que l'augmentation pondérale des fèces est pratiquement compensée par la diminution de l'excrétion urinaire. A quoi donc attribuer les pertes de poids au cours de la diarrhée ?

Il semble qu'il s'agisse surtout d'un problème d'absorption. En effet, les quantités de lait ingérées au cours de la diarrhée ne reflètent aucunement les quantités absorbées. La digestibilité apparente de la matière sèche du lait, normalement de 98 % (Mathieu et Barre, 1964), diminue et devient en moyenne 75 %. Un veau diarrhéique peut être considéré comme un animal soumis à un jeûne partiel, avec orientation du métabolisme dans cette voie, c'est-à-dire avec production accrue d'acides organiques et de déchets du catabolisme azoté.

Signalons que Dalton (1967) note que des veaux entièrement à jeun perdent 5 % de leur poids le premier jour et 3,8 % en moyenne les jours suivants, sur l'ensemble de quatre jours. Une évaluation approximative permet donc d'avancer en cas de jeûne total une perte de poids quotidienne supérieure à 1 kg, soit plus du double de la perte constatée sur des veaux dans les périodes de diarrhée.

II. L'IONOGRAMME PLASMATIQUE ET LE pH SANGUIN

Matériel et méthode

Les animaux utilisés et les conditions d'élevage sont ceux décrits précédemment. Pour ne pas multiplier les dosages, les ions dont les concentrations sont suffisamment faibles pour ne pas influer sensiblement sur les résultats n'ont pas été retenus. En conséquence, seuls le sodium et le potassium pour les cations, et les anions Cl et CO_3H, ont été dosés.

1. *Dosage des cations :*

Le sodium et le potassium plasmatique sont dosés par photométrie de flamme, après dilution adéquate du plasma.

2. *Dosage des anions :*

La quantité de chlorures plasmatiques est déterminée par la réaction du nitrate d'argent en milieu nitrique, au moyen d'un potentiographe enregistreur.

Pour les dosages des bicarbonates, le sang prélevé sur héparine à l'abri de l'air est centrifugé sous huile de vaseline. Le plasma est alors analysé avec un appareil de Van Slyke à volume constant. On obtient ainsi le CO_2 plasmatique total. La part de cette valeur due aux bicarbonates est calculée à partir de l'équation d'Henderson-Hasselbach :

$$pH = pK + \log \frac{[CO_3H^-]}{[CO_3H_2]} = 6{,}10 + \log \frac{[CO_3H^-]}{[CO_3H_2]}$$

Pour cela, il suffit de connaître avec précision le pH sanguin du veau.

3. *Mesure du pH sanguin :*

La mesure du pH sanguin est effectuée sur du sang veineux, recueilli sur héparine, à l'abri de l'air et sans garrot. Elle intervient le plus rapidement possible après le prélèvement. La mesure est pratiquée dans une cellule thermostatée à 38°C, avec un pH-mètre Metrohm E 300 B, permettant d'apprécier le centième

d'unité pH. Cet appareil a été précédemment étalonné par deux tampons : pH = 4,65 et pH = 6,98.

Résultats et discussion

1. *Ionogramme plasmatique*

L'ensemble des résultats est consigné dans le tableau suivant :

Tableau n° 3

	Na+ (m.éq./l)	K+ (m.éq./l)	Cl— (m.éq./l)	CO^3 H— (m.éq./l)
Veaux sains	140 ± 4,1	5,2 ± 0,6	100 ± 4	26,3 ± 2,7
(nombre de mesures)	(31)	(32)	(25)	(23)
Veaux diarrhéiques	129 ± 4,8	6,2 ± 1,8	106 ± 10	14,8 ± 3,9
(nombre de mesures)	(23)	(22)	(22)	(16)

a) *Valeurs normales :*

Les valeurs normales des concentrations en Na+ (140 m.éq./l), K+ (5,2 m.éq./l), Cl— (100 m.éq./l) et CO_3H— (26,3 m.éq./l) que nous avons trouvées sont très comparables aux données établies dans la littérature. Nous ne mentionnerons que les récents travaux de Dalton (1967) qui, après avoir subdivisé les trois premières semaines de la vie du veau en cinq périodes, a effectué les dosages de Na+, K+ et Cl—, à chacune de ces périodes sur 28 veaux sains. Bien qu'il y ait parfois des différences significatives entre l'une et l'autre de ces périodes pour ces trois ions, les valeurs moyennes à retenir, selon cet auteur, sont les suivantes :

Na+ = 145 m.éq./l;
K+ = 4,8 m.éq./l;
Cl— = 100 m.éq./l.

b) *Evolution au cours de la diarrhée :*

Les phénomènes les plus marquants peuvent être ainsi résumés:

— *la natrémie* s'abaisse de façon hautement significative de 140 m.éq./l à 129 m.éq./l;

— *la teneur plasmatique en bicarbonates* s'effondre de 26,3 m.éq./l à 14,8 m.éq./l;

— *la kaliémie* et *la chlorémie*, qui montrent chacune une tendance à l'augmentation, ont, en fait, des évolutions plus capricieuses. Ainsi, si la kaliémie s'accroît, en moyenne, de façon significative de 5,2 m.éq./l à 6,2 m.éq./l, on s'aperçoit, en observant chaque animal, que dans certains cas elle

peut doubler, alors que dans d'autres cas elle n'est que peu ou pas modifiée. Quant à la chlorémie, malgré une élévation statistiquement significative sur l'ensemble des résultats, elle montre des variations individuelles telles qu'il est difficile d'en tirer une conclusion générale et univoque.

Il nous a paru intéressant de suivre, parallèlement aux modifications de l'ionogramme plasmatique, l'excrétion fécale sodée et potassique de trois veaux en état de diarrhée. Il est évident que les résultats consignés dans le tableau suivant, par trop partiels, ne permettent pas de tirer une conclusion globale.

Tableau n° 4

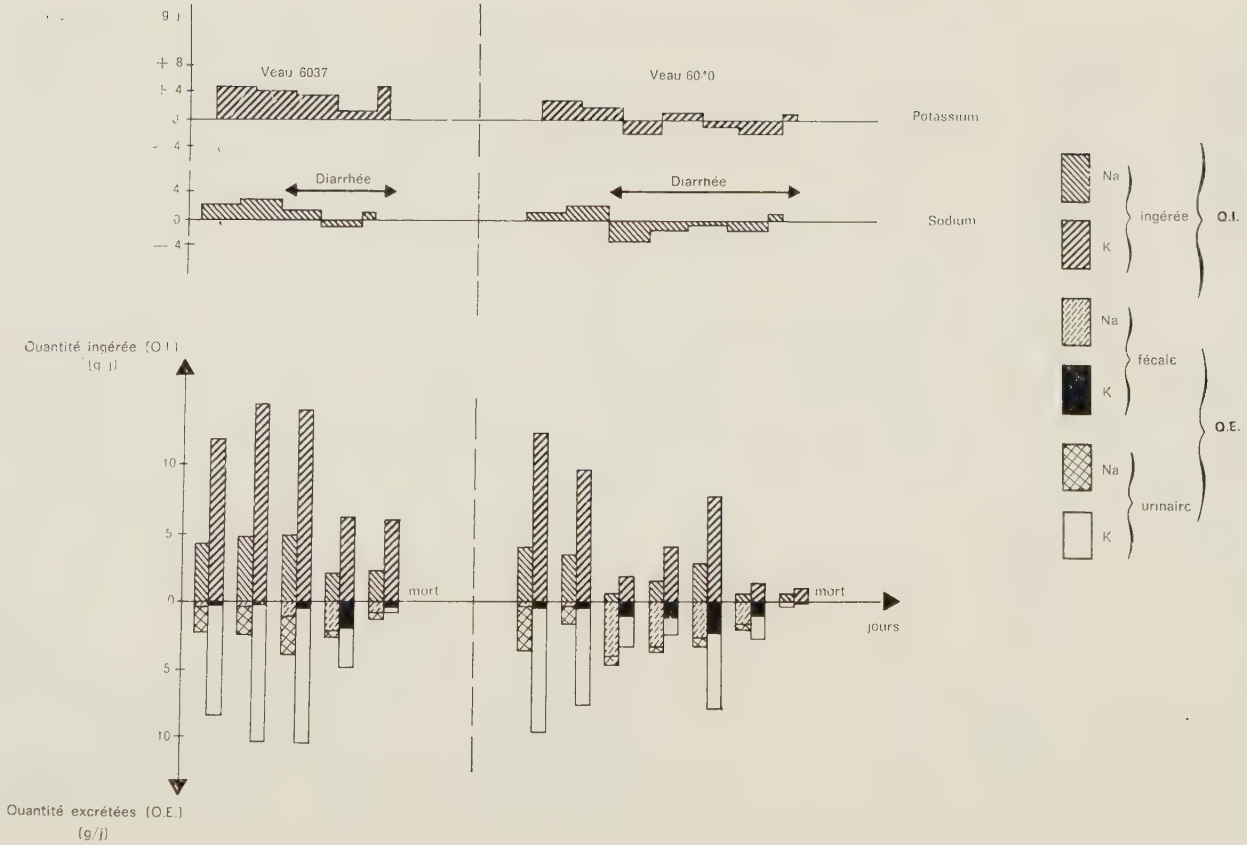
N° veau	*Excrétion fécale en période normale* (g./jour)		*Excrétion fécale en période diarrhéique* (g./jour)		*Facteur d'augmentation*	
	Na+	K+	Na+	K+	Na+	K+
6037.	0,265	0,149	1,582	0,902	6	6
6040.	0,082	0,054	0,398	1,369	37,7	25
6053.	0,326	0,571	2,158	1,802	6,6	3
Moyenne. . . .	0,285	0,446	2,151	1,288	7,5	2,8

Il apparaît cependant que les pertes sodées et potassiques semblent très importantes au cours de la diarrhée, et éminemment variables d'un individu à l'autre. On constate en moyenne une augmentation de 7 à 8 fois de l'excrétion fécale du sodium et de 3 fois de l'excrétion fécale du potassium; ces résultats, bien que plus faibles, vont dans le même sens que ceux de Blaxter et Wood (1953) qui ont observé une multiplication par un facteur 11 de l'excrétion fécale du Na+ et K+ pendant la diarrhée.

L'établissement d'un bilan quotidien de ces deux électrolytes sur ces trois mêmes veaux nous a permis de constater que, chez les animaux non traités, le bilan sodique devient rapidement négatif, et que le bilan potassique évolue de façon approximativement parallèle, malgré une légère diminution de l'excrétion urinaire de ces deux ions (cf. figure page **28**).

c) *Discussion :*

L'hyponatrémie a été signalée par la plupart des auteurs (Roy et ses collaborateurs, 1959; Dalton et Mac Intyre, 1965; Fisher, 1965). Seuls, Mac Sherry et Grinyer (1954), étudiant séparément 18 cas de diarrhée, observent une stabilité de la concentration plasmatique en sodium, voire une augmentation.


g/j
+ 8
+ 4
0
- 4
Veau 6037
Veau 60*0
Potassium
Diarrhée
Diarrhée
4
0
— 4
Sodium
Quantité ingérée (O.I.)
(g/j)
10
5
0
5
10
mort
mort
jours
Quantité excrétées (O.E.)
(g/j)
Na
K
ingérée
O.I.
Na
K
fécale
Na
K
urinaire
O.E.

L'hyperkaliémie a été également observée par tous les auteurs précités; elle apparaît liée à une sortie du potassium cellulaire vers l'espace extracellulaire, phénomène qui a été démontré récemment par Fisher et Mac Ewan (1967) pour le muscle cardiaque du veau. Selon ces auteurs, l'augmentation du potassium plasmatique et la diminution du taux de potassium myocardique seraient à la base des altérations de la dépolarisation musculaire et, par conséquent, des arythmies cardiaques observées chez de tels animaux.

Le taux de potassium plasmatique peut, ultérieurement, évoluer de façon inverse lorsque la diurèse reprend, et on peut alors observer des hypokaliémies par fuite potassique urinaire et recharge potassique cellulaire, le capital potassique ayant été spolié au cours de la phase critique.

L'évolution de la chlorémie ne fait pas l'unanimité. Dans les travaux de Mac Sherry et Grinyer (1954), elle apparaît comme variable. Fisher (1965) la trouve abaissée. Dalton, Fisher et Mac Intyre notent également des abaissements significatifs de la concentration plasmatique de cet anion, tout en signalant des cas d'hyperchlorémie.

En revanche, tous les auteurs qui ont suivi les modifications de la réserve alcaline s'accordent à reconnaître qu'elle est très abaissée. Fisher (1965), qui a subdivisé le groupe des veaux malades en deux classes, rapporte une valeur moyenne de 8,9 m.éq./l chez les moribonds.

L'ensemble des résultats rapportés par les différents auteurs cités précédemment constitue le tableau de la page .

Parmi les autres modifications de l'ionogramme plasmatique, signalons, pour les ions dont les concentrations sont notables :

— une hypomagnésiémie, qui apparaît de façon précoce dès les premiers signes de diarrhée. Parmi tous les électrolytes, c'est le magnésium qui est le plus perturbé, et c'est celui dont la concentration remonte le plus lentement en cas de guérison de l'animal;

— une hypocalcémie, qui, au contraire de l'hypomagnésiémie, est légère et lente à s'installer

Toutes ces variations de l'électrolytémie sont évidemment de la plus haute importance, non tant du point de vue théorique que pour des raisons d'efficacité pratique, compte tenu de l'importance de la réhydratation dans la thérapeutique des diarrhées, ainsi que nous le verrons plus loin.

TABLEAU N° 5

Concentrations plasmatiques normales de quelques électrolytes et valeurs du pH sanguin chez le veau
Tendances de l'évolution de ces paramètres au cours de la diarrhée, selon divers auteurs

Auteurs	Na^+ (m.éq./l)	K^+ (m.éq./l)	Cl^- (m.éq./l)	CO^3H^- (m.éq./l)	pH sanguin
MAC SHERRY et GRINYER (1954)					
Veaux sains	142,05 ± 4,0	5,25 ± 0,54	103,0 ± 2,49	31,0 ± 1,9	7,44 ± 0,14
Veaux diarrhéiques	↑ ou =	≃	≃	↓	↓
ROY et Coll. (1959)					
Veaux sains	135	5,9	—	—	—
Veaux diarrhéiques	↓	↑			
DALTON, FISHER, MAC INTYRE (1965)					
Veaux sains	140,0 ± 5	4,9 ± 0,4	98,0 ± 3,0	—	—
Veaux diarrhéiques	↓	≃	≃		
FISHER (1965)					
Veaux sains	141,8 + 3,5	5,1 + 0,4	100,3 + 3,5	28,8 + 2,4	7,38 + 0,04
Veaux diarrhéiques	↓	↑ ou =	↓	↓	↓
DALTON (1967					
Veaux sains	145,0 ± 7,2	4,8 ± 0,6	100,0 ± 4,0	—	—

↑ augmenté = stable
↓ diminué ≃ variable

2. *Le pH sanguin*

a) *Valeurs normales :*

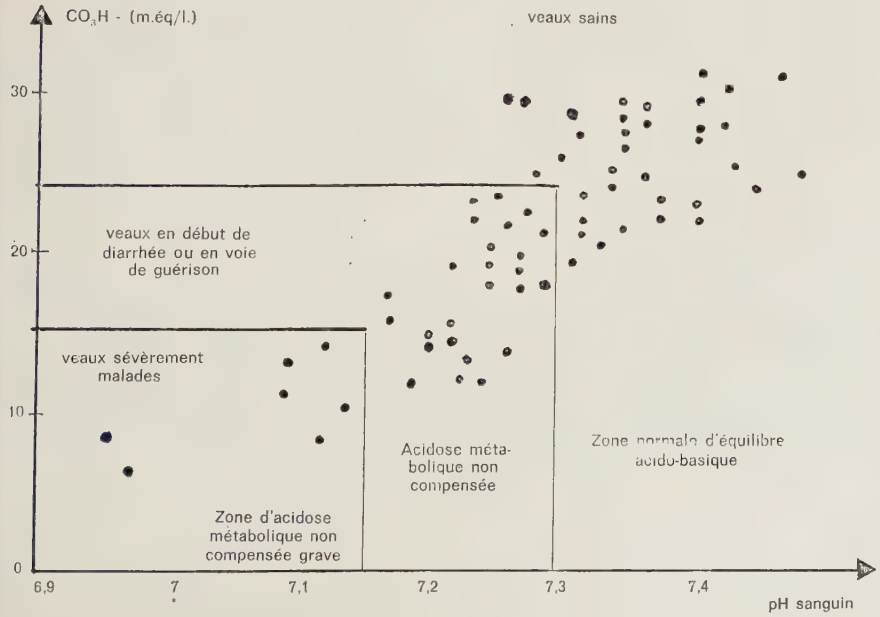
La valeur normale du pH sanguin de veaux sains a été établie à partir de 28 mesures, effectuées sur 16 animaux. Elle est de 7,34. Elle est comparable à celle que donne Fisher (1965) = 7,38, mais sensiblement inférieure à celle citée par Mac Sherry et Grinyer = 7,44 ± 0,14. Encore convient-il de spécifier que la technique calorimétrique utilisée par ces auteurs en 1954 pour la détermination du pH devait être très délicate et la précision du centième difficile à obtenir avec exactitude.

b) *Evolution pathologique :*

Dans tous les cas de diarrhée observés (11 animaux, 16 mesures) nous avons pu constater un abaissement significatif du pH sanguin, dont la valeur moyenne située à 7,15 ne reflète d'ailleurs qu'imparfaitement l'état d'acidose non compensée sévère qui existe parfois. Le pH sanguin peut atteindre des valeurs aussi basses que 6,94 dans les cas graves, et sans doute encore inférieures. Fisher (1965) trouve une moyenne de 6,85 pour un groupe de veaux moribonds.

L'état d'acidose que l'on constate chez les veaux atteints de diarrhée doit orienter le choix des perfusions destinées à assurer la réhydratation de l'animal, en même temps que le rétablissement de l'équilibre acido-basique et de l'électrolytémie.

La figure suivante illustre l'évolution, au cours de la diarrhée, du pH sanguin et de la réserve alcaline. La zone d'acidose métabolique non compensée grave coïncide avec l'extrême limite des possibilités de survie.



Dans la mesure du possible, il est préférable d'analyser simultanément ces deux paramètres : pH sanguin et réserve alcaline. Toutefois, dans les cas d'urgence, la seule mesure du pH sanguin, toujours plus rapide, suffit pour apprécier l'état de l'animal et mettre en œuvre la thérapeutique nécessaire : un pH sanguin supérieur à 7,20 autorise généralement une perfusion par voie intrapéritonéale; un pH sanguin inférieur à 7,15 oblige à utiliser la voie intraveineuse pour remédier plus énergiquement et rapidement à l'acidose.

III. LES COMPARTIMENTS LIQUIDIENS

Pour obtenir un tableau plus complet de la maladie, il reste à suivre l'évolution des compartiments liquidiens de l'organisme. Dalton (1964) a abordé cette question par la mesure de l'eau totale. Il nous a paru utile de déterminer simultanément le volume sanguin, le volume extracellulaire et l'eau totale; en effet, si les veaux malades présentent fréquemment des signes cliniques de déshydratation (peau sèche, yeux enfoncés dans les orbites), on ne peut valablement employer ce terme que si une confirmation quantitative en a été donnée, ainsi que des précisions sur la localisation à tel ou tel compartiment.

A. Matériel et méthodes

Les animaux utilisés et les conditions d'élevage sont toujours les mêmes.

Méthodes d'exploration des compartiments liquidiens :

Deux ou trois fois par semaine, les veaux font l'objet de mesures des espaces liquidiens par les méthodes chimiques classiques (antipyrine, thiocyanate de sodium, bleu Evans). Les veaux qui subissent ces déterminations ne sont soumis à aucune préparation, ni précaution particulière; ils reçoivent ce jour-là leur repas matinal comme d'ordinaire. Le poids de l'animal retenu pour estimer le pourcentage des différents compartiments liquidiens est celui obtenu à la fin des prélèvements.

Volume d'eau totale :

L'espace de diffusion de l'antipyrine est assimilé au volume d'eau totale (E.T.). La solution d'antipyrine à 20 % dans l'eau distillée est préparée périodiquement. La seringue servant à l'injection est tarée à 0,1 mg près. Cinq à six millilitres de cette solution sont aspirés dans cette seringue qui est séchée extérieurement, puis pesée à nouveau de façon à calculer exactement la quantité qui sera administrée à l'animal. L'injection est précédée

d'une prise de sang à une jugulaire du veau : le sang récolté sur héparine sert de blanc aux dosages plasmatiques d'antipyrine et de thiocyanate.

Par la même aiguille, déjà implantée dans la veine, on injecte en quelques secondes le contenu de la seringue. Le chronomètre est déclenché en fin d'injection. La seringue est rincée trois fois avec le sang de l'animal.

Des prélèvements (4 ou 5) échelonnés entre 1 h et 4 h 30 après l'injection serviront à déterminer les concentrations plasmatiques aux différents temps.

Dès la dernière prise de sang, les tubes sont mis à centrifuger à 2 500 g pendant 30 minutes. Le dosage débute dès la fin de la centrifugation. La technique suivie est celle décrite par Fauvert et Hartmann, à laquelle nous avons apporté une légère modification. En effet, ces auteurs préconisent l'emploi d'une solution de soude à 0,75 N pour former l'hydroxyde de cadmium servant à la déprotéïnisation. Avec une telle solution, les résultats obtenus sont assez irréguliers : très souvent, le surnageant montre un très léger louche qui disparaît à l'addition de 1 ou 2 gouttes d'acide sulfurique à 1,3 N. Nous avons donc décidé d'utiliser une solution de soude légèrement moins concentrée : 0,70 N. Les résultats se sont avérés excellents et toujours reproductibles. Le taux de récupération plasmatique de l'antipyrine est de 98 % en moyenne. La concentration théorique au moment de l'injection est connue par extrapolation de la courbe de régression de l'antipyrine.

Volume extracellulaire :

L'espace de diffusion de l'ion S C N est assimilé au volume d'eau extracellulaire (E.E.C.). La solution mère est une solution à 10 % de Na S C N dans l'eau distillée. Dix ou douze millilitres de cette solution sont aspirés et pesés dans la seringue renfermant déjà l'antipyrine. L'injection des deux substances est donc synchrone. Les prélèvements de sang sont les mêmes que précédemment.

Le dosage du thiocyanate est effectué selon la méthode décrite par Fauvert et Hartmann. Il convient cependant d'apporter une précision à cette technique : la coloration que développe l'ion S C N en présence du réactif de Crandall évolue assez rapidement dans le temps, aussi convient-il de n'ajouter ce réactif qu'au dernier moment, avant la lecture au photocolorimètre. Dans ces conditions, les gammes étalons sont très linéaires et passent exactement par l'origine des coordonnées. Le taux de récupération

plasmatique du thiocyanate est de 98 % en moyenne. La concentration théorique plasmatique du thiocyanate au temps de l'injection est également déterminée par extrapolation de la droite de régression.

Volume intracellulaire :

Le volume d'eau intracellulaire (E.I.C.) est obtenu par différence entre le volume d'eau totale et le volume extracellulaire.

Volume sanguin :

Une solution de chlorure de sodium à 7 ‰ constitue le milieu de dissolution du bleu Evans. La concentration du bleu Evans est de 0,5 %.

La dernière prise de sang (4 h 30) est suivie d'un nouveau prélèvement qui sera utilisé comme blanc pour le bleu Evans. Il est indispensable d'utiliser ce dernier échantillon et non le premier blanc comme référence dans le dosage du bleu Evans : en effet, il se trouve que le plasma s'éclaircit de plus en plus après l'injection double d'antipyrine et de thiocyanate. La mesure d'intensité de coloration plasmatique due au bleu Evans se faisant sans déprotéïnisation, il convient d'avoir un blanc possédant un pouvoir d'absorption propre identique à celui de l'échantillon dosé.

L'injection d'une quantité connue avec précision (50 mg environ) de bleu Evans est suivie d'une prise de sang au bout de trois minutes qui permet d'apprécier la concentration théorique au temps zéro.

Le quotient de la quantité injectée par la concentration fournit le volume plasmatique. La valeur de l'hématocrite, obtenue par centrifugation d'une partie de l'échantillon sanguin contenant le bleu Evans dans un tube de Wintrobe, permet d'atteindre le volume sanguin.

L'ensemble des résultats pour les divers espaces hydriques de l'organisme est corrigé par un facteur tenant compte du pourcentage d'eau plasmatique et du taux de récupération dans les dosages des substances injectées.

La formule utilisée pour le calcul de l'espace de diffusion a été la suivante :

$$V = \frac{Q\ i}{C\ o} \times 0{,}93 \times 0{,}98 = \frac{Q\ i}{C\ o} \times 0{,}91$$

avec :

— V = espace de diffusion en ml;

— Q i = quantité injectée en g;
— C o = concentration théorique initiale en g/ml;
— 0,93 = teneur en eau plasmatique;
— 0,98 = taux de récupération dans le plasma de la substance dosée.

B. Résultats et discussion

Les différents résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau n° 5

Etat sanitaire	*Eau totale*	*Eau extra-cellulaire*	*Eau intra-cellulaire*	*Volume plasmatiq.*	Volume *sanguin*
Veaux sains.	73,3 ± 3,5	44,3 ± 4,6	29,0 ± 5,1	6,80 ± 0,58	10,36 ± 1,05
(nombre de mesures)..	(30)	(30)	(30)	(42)	(42)
Veaux diarrhéiques. .	71,7 ± 4,3	35,8 ± 3,7	35,9 ± 3,8	6,06 ± 0,74	8,85 ± 0,69
(nombre de mesures)..	(20)	(22)	(29)	(29)	(29)
Signification statistique.	F = 2,01 non significatif	F = 50,79	F = 24,27	F = 22,08	F = 45,21

1. *Eau totale*

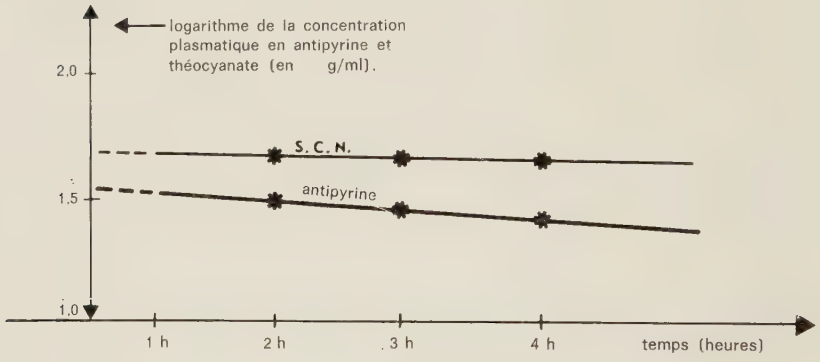
La figure 1 illustre un cas typique d'évolution de la concentration plasmatique en antipyrine à des temps variés après l'injection. Si les courbes de régression sont généralement parfaitement linéaires, en revanche, les pentes sont relativement variables, ce qui indique probablement une différence notable dans le taux d'excrétion ou, éventuellement, de la métabolisation de l'antipyrine d'un sujet à l'autre.

Le volume d'eau totale du jeune veau sain, estimé à partir de 30 mesures sur 12 individus, est de 73,3 % du poids corporel. Vingt déterminations pratiquées sur 13 animaux malades ont fourni des résultats similaires, l'abaissement du volume d'eau totale à une moyenne de 71,7 % n'étant nullement significatif.

Il est intéressant de noter que l'utilisation de l'antipyrine dans ce travail a fourni des résultats reproductibles. En effet, depuis les premiers essais sur l'Homme, le Chien et le Lapin, dus à Soberman (1949 et 1950), Soberman et ses collaborateurs (1949)

et Brodie et ses collaborateurs (1949), de nombreux auteurs ont pratiqué cette méthode avec un succès variable.

En 1955, Dumont, après une critique de dosage de l'antipyrine dans le plasma (1955), utilise cette méthode en précisant les conditions d'emploi chez les Ovins. Citons encore quelques travaux cherchant à connaître, par cette méthode, l'état d'engraissement des animaux : Hix, Underbjerg et Hugues (1959), Panaretto et Till (1963), Panaretto et Reid (1964), Lorgue (1964).



En revanche, les travaux effectués sur les jeunes bovins ne sont pas très nombreux, et les méthodes utilisées très variées : Haigh, Moulton et Trowbridge (1920) emploient la dessiccation; Ellenberger, Newlander et Jones (1950) déterminent le volume d'eau totale par analyse chimique de l'eau, tandis que Mac Fadden et Richards (1956) se servent de l'antipyrine. En 1964, Dalton suit l'évolution de l'eau totale chez le veau diarrhéique par mesure de l'espace de diffusion de l'urée.

Nous avons consigné, dans le tableau suivant, les résultats de ces divers auteurs, ce qui facilite la comparaison entre les différentes observations. Les différentes valeurs sont voisines, ce qui tend à prouver que la méthode à l'antipyrine est parfaitement utilisable pour évaluer la quantité d'eau totale chez le jeune veau. Le chiffre à retenir pour cette valeur est de 73 % du poids vif.

TABLEAU N° 6

Auteurs	*Race et nombre d'animaux*	*Age des animaux*	*Technique utilisée*	*% d'eau totale*
HAIGH et Coll. (1920).	Jersiais (?)			73,4
	Hereford (?)	Nouveau-nés	Dessiccation	72,4 ⇄ 73,5
ELLENBERGER et Coll. (1950).	? (7)	Nouveau-né	Analyse chimique de l'eau	74,2
MAC FADDEN et RICHARDS (1956).	Frisons (5)	1 semaine	Antipyrine	72 ⇄ 74
DALTON (1964).	Ayrshire (25)	1-2 semaines	Urée	73,6
FAYET (1968).	Frisons (12)	0-3 semaines	Antipyrine	73,3

Le fait que le pourcentage d'eau ne soit pas affecté par la diarrhée, déjà signalé par DALTON (1964), permet de tirer une conclusion importante : une mesure unique d'eau totale, ne donnant aucune indication quant à la répartition de l'eau dans l'organisme, ne saurait justifier l'utilisation de perfusion réhydratante, et encore moins la qualité du liquide à administrer. Si le pourcentage d'eau totale reste relativement constant au cours de la diarrhée, en dépit de la perte de poids, cela signifie que la perte d'eau est toujours accompagnée de la perte d'une quantité de matière organique et minérale importante.

2. *Eau extracellulaire et eau intracellulaire*

Les méthodes chimiques d'appréciation de ce compartiment sont nombreuses (thiocyanate, thiosulfate, inuline, saccharose, mannitol). En outre, il existe plusieurs radio-éléments utilisables pour cette exploration : brome 82, sodium 23. Quelle que soit la méthode choisie, elle mesure en réalité l'espace de diffusion d'une substance, que l'on assimile, un peu abusivement, à l'espace extracellulaire. Néanmoins, ces différents espaces sont voisins et reproductibles, ce qui permet de suivre l'évolution dans le temps du volume extracellulaire. Nous avons retenu le thiocyanate, car c'est un traceur des plus classiques utilisés parmi les méthodes chimiques, et son dosage est relativement rapide et précis. L'allure de la courbe de disparition de cet ion dans le plasma a été représentée sur la figure 1.

Douze veaux sains ont donné lieu à 30 déterminations de volume extracellulaire, dont les résultats ont été mentionnés précédemment (cf. tableau n° 5). La valeur moyenne de 44,3 %

est comparable au chiffre donné par Wrenn et ses collaborateurs, qui ont utilisé la même technique : 47,6 % (41,9 % - 49,6 %). Le veau a donc, comme les jeunes de nombreuses espèces, un volume extracellulaire très important qui diminuera avec l'âge.

Ces mesures ont été répétées sur 13 veaux diarrhéiques. Vingt-deux déterminations nous ont permis d'observer une diminution très nette du volume d'eau extracellulaire, qui s'abaisse, en moyenne, à 35,8 %, mais peut atteindre, dans certains cas, des chiffres aussi bas que 29 %. La différence entre la valeur normale et la valeur pathologique est donc hautement significative.

Par voie de conséquence, étant donné que le pourcentage d'eau totale est peu affecté par la diarrhée, le volume du liquide intracellulaire a tendance à augmenter. Il passe en fait de 29 % à l'état normal à 35,9 % chez les veaux diarrhéiques.

Dans cette étude, les pertes du liquide ont été évaluées en fonction du poids du corps. En considérant les quantités absolues perdues, on s'aperçoit que le volume extracellulaire passe, par exemple, en trois jours, de 20,4 litres à 13 litres. Cet écart considérable invite bien entendu à une réhydratation massive.

Un autre aspect intéressant concerne la quantité de sodium extracellulaire. Nous avons vu antérieurement que les veaux à diarrhée manifestent une hyponatrémie (129 m.éq./l contre 140 pour les normaux en moyenne) en même temps que leur bilan sodique devient négatif. On pourrait être tenté d'expliquer l'hyponatrémie uniquement par cette perte sodée fécale. Or, le calcul à partir des données exposées ci-dessus montre que la diminution moyenne du sodium extracellulaire total est de l'ordre de 800 m.éq. au cours de la diarrhée. Une perte aussi importante ne peut être expliquée seulement par le bilan négatif. Le calcul dans chaque cas particulier, sans tenir compte de l'excrétion sudorale assez minime, montre qu'environ 400 m.éq. de sodium sont sortis du liquide extracellulaire sans avoir été excrétés. Ils ont donc dû entrer dans les cellules, en même temps que le potassium en sortait, ce dernier point ayant été démontré pour le muscle cardiaque du veau par Fisher et Mac Ewan (1967), et ressortant assez nettement de l'hyperkaliémie concomitante d'une perte massive de potassium fécal.

3. *Volume plasmatique et volume sanguin*

La technique d'utilisation du bleu Ewans a été suffisamment discutée par de nombreux auteurs pour ne pas mériter ici une nouvelle critique. L'emploi de ce colorant nous a permis d'évaluer

le volume plasmatique et le volume sanguin des veaux sains ou diarrhéiques (cf. tableau n° 5).

Le volume plasmatique est de 6,80 % et le volume sanguin de 10,36 % du poids vif de l'animal. Ces résultats tiennent compte de 42 mesures effectuées sur 19 animaux. Stahl et Dale (1958), par la même méthode, trouvent respectivement 6,84 % et 10,56 %, comme valeurs de ces deux paramètres.

Au cours de la diarrhée, volume plasmatique et volume sanguin s'abaissent de façon très significative pour atteindre les valeurs de 6,06 % et 8,85 %.

D'une façon générale, on observe un parallélisme étroit entre l'évolution du liquide extracellulaire et celle du volume sanguin ou plasmatique, qui font que ces dernières n'apportent aucun renseignement supplémentaire justifiant ultérieurement leurs mesures systématiques.

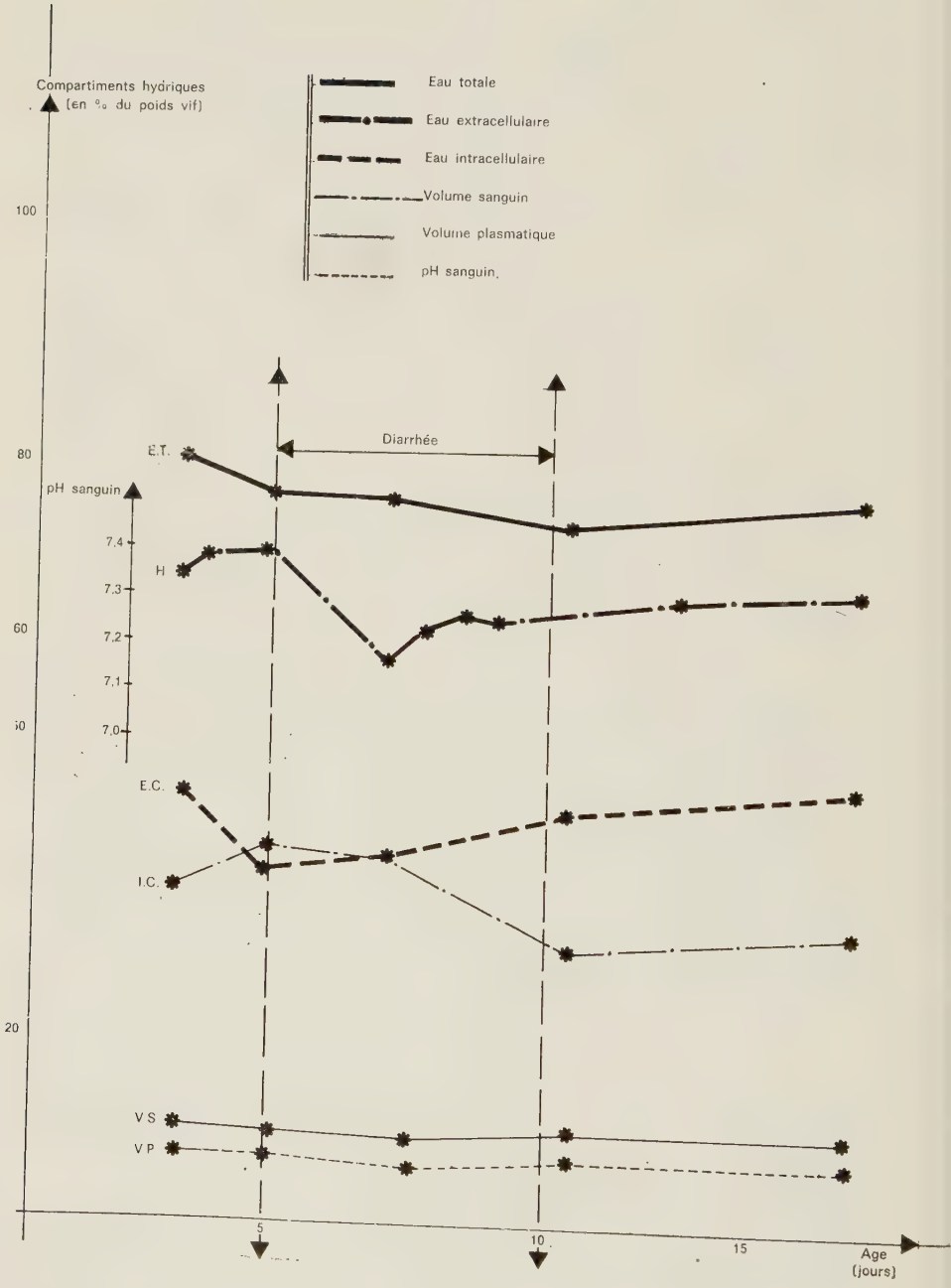
L'ensemble de l'évolution des différents compartiments hydriques chez un veau au cours de la diarrhée est illustré par la figure page . Cette figure souligne la relative constance de l'eau totale, tandis que l'eau extracellulaire et intracellulaire varient en sens inverse, et que les volumes plasmatique et sanguin suivent la baisse du volume extracellulaire.

Lorsqu'on parle de déshydratation, il est donc important de préciser qu'elle porte sur le compartiment extracellulaire, puisque sur un plan global, l'hydratation reste normale, et qu'il y a même hyperhydratation cellulaire. En ce sens, il nous est impossible de faire nôtre totalement l'opinion de Vallet (1964) qui parle de déficit liquidien global. De même, Watt (1965), qui ne semble pas avoir fait de mesures d'espaces liquidiens, suggère que les veaux atteints de diarrhée conserveraient l'intégrité de leur volume plasmatique « par mouvement d'eau à partir de la phase de liquide intracellulaire ». Les résultats exposés ici sont contraires à cette hypothèse.

IV. CONCLUSION

La déshydratation clinique est un symptôme constant du syndrome « diarrhée des veaux ». L'analyse des compartiments liquidiens des veaux sains et malades permet de mettre en évidence un type particulier de déshydratation, portant sur le compartiment extracellulaire, avec hyperhydratation cellulaire et hypovolémie.

L'établissement d'un ionogramme plasmatique démontre l'hypo-


Compartiments hydriques
(en % du poids vif)
Eau totale
Eau extracellulaire
Eau intracellulaire
Volume sanguin
Volume plasmatique
pH sanguin
100
80
60
50
20
Diarrhée
E.T.
pH sanguin
7.4
7.3
7.2
7.1
7.0
H
E.C.
I.C.
V S
V P
5
10
15
Age
(jours)

natrémie constante. S'ajoutent à cela une hypomagnésiémie précoce, une chlorémie assez variable, une hypocalcémie légère et lente à s'installer. L'hyperkaliémie, sans être constante, est cependant remarquable. Simultanément, on assiste à un effondrement de la réserve alcaline, et l'installation d'un état d'acidose métabolique non compensée.

La chute de pression sanguine consécutive à l'hypovolémie entraîne une réduction considérable de la diurèse. L'urine, normalement hypotonique, devient légèrement hypertonique, sans pouvoir toutefois être suffisamment concentrée pour éliminer la totalité des déchets quotidiens.

Il est à remarquer que le type de déshydratation rencontrée présente des analogies certaines avec la distribution de l'eau et des électrolytes dans les cas d'insuffisance surrénalienne. Il est possible que l'animal, devant compenser rapidement le déficit sodé, épuise ses surrénales. L'administration de corticoïdes, ainsi que nous le verrons plus loin, peut donc avoir des effets bénéfiques.

Sans aborder ici le domaine de la thérapeutique, il ressort des résultats précédents que la réhydratation des veaux diarrhéiques devra être menée dans l'optique suivante :

— l'acidose doit être combattue au moyen d'une solution nettement alcaline;

— la restauration du volume extracellulaire exige des perfusions massives, avec une pression osmotique assez forte pour combattre l'hyperhydratation cellulaire.

THÉRAPEUTIQUE

Nous avons étudié les diverses modifications humorales survenant lors des diarrhées des veaux. Il est bien évident que la correction du syndrome humoral ne constitue qu'une part de la thérapeutique, qui doit s'efforcer de satisfaire à tous les aspects du syndrome « Diarrhée des veaux », et pour cela doit être :

1) Précoce, puisque le syndrome déshydratation apparaît très vite, et s'avère rapidement fatal.

2) Complète, c'est-à-dire associer :

— lutte contre l'infection,
— correction des désordres humoraux,
— adaptation de la nutrition.

3) Prolongée dans le temps, pour éviter les rechutes et la création de phénomènes d'antibio-résistance : la voie orale doit prendre le relais de la voie parentérale.

4) D'application facile, car des impératifs économiques limitent les interventions. C'est dire la difficulté de la mise en œuvre d'un traitement approprié, et les résultats souvent limités de cette thérapeutique.

Nous allons passer en revue les différents points sur lesquels porteront l'effort thérapeutique :

— traitement hygiénique et diététique,
— traitement anti-infectieux,
— traitement symptomatique, avec essentiellement la réhydratation alliée à la correction des désordres humoraux,
— traitements complémentaires.

Puis nous nous efforcerons de choisir parmi ces divers traitements, de manière à proposer un schéma thérapeutique.

I. TRAITEMENT HYGIÉNIQUE ET DIÉTÉTIQUE

Nous retrouvons ici les conditions hygiéniques qu'il convient de respecter dans tous les cas, pour éviter l'apparition ou lutter

contre les maladies infectieuses : local tiède et aéré, litières propres. Il conviendra, pour éviter la contagion, de séparer les animaux malades des animaux sains; les litières souillées et les fèces seront évacuées plusieurs fois par jour, les fesses et la queue des animaux nettoyées.

Le traitement diététique consistera en une diète hydrique de 48 heures. Pour éviter une déshydratation excessive, on fera absorber pendant ce temps une quantité de liquide au moins égale à la quantité de lait ingérée habituellement : il peut s'agir de laits thérapeutiques (Lactomycétine N.D., Septilac N.D., Milkobiotic N.D., Théramilk N.D.), ou d'autres breuvages : eau de riz, décoction d'orge, infusion d'écorce de chêne, etc., servant de véhicules aux médicaments ingérables. La posologie de base est de l'ordre de 1 litre de liquide pour 7 kg de poids vif.

Au bout de 48 heures, on reprendra progressivement l'alimentation habituelle, en multipliant le nombre des repas (repas légers et plus nombreux) et en veillant à la propreté de l'allaitement au seau, s'il y a lieu.

II. TRAITEMENT ANTI-INFECTIEUX

Le traitement anti-infectieux englobe un traitement général, à base d'antibiotiques essentiellement; et un traitement local, qui, en plus de ces agents anti-infectieux, fait appel à des antiseptiques intestinaux.

Nous allons étudier successivement les divers agents anti-infectieux qui rentrent dans cette étude.

1. Les antibiotiques

Les antibiotiques choisis seront ceux qui présentent l'activité la plus grande vis-à-vis des entérobactéries responsables dans l'immense majorité des cas des entérites du veau, et plus particulièrement vis-à-vis des *Escherichia coli* et de *Welchia*, responsables à eux deux de 86 % des cas.

Nous avons rassemblé, dans le tableau suivant, les statistiques du comportement de 950 souches d'*Escherichia coli* et 39 souches de *Welchia* isolées de diarrhées de veaux, vis-à-vis d'antibiotiques usuels, l'activité de ces antibiotiques ayant été mesurée « in vitro » par mise en œuvre d'antibiogrammes.

Souches	Comportement	Antibiotiques									
		Pénicilline	Erythromycine	Colimycine	Tétracycline	Oxytétracycline (Terramycine)	Chlortétracycline (Auréomycine)	Chloramphénicol	Streptomycine	Framycétine	Néomycine
Escherichia Coli	Nombre de souches testées.	950	950	950	950	950	950	950	950	950	370
	Souches résistantes :										
	Nombre.	950	950	50	794	860	830	52	850	11	1
	Pourcentage. . . .	100 %	100 %	5 %	83 %	90 %	86 %	6 %	89 %	2 %	0,2 %
	Souches sensibles :										
	Nombre.	0	0	900	156	90	120	898	100	939	369
	Pourcentage. . . .	0	0	95 %	17 %	10 %	14 %	*94 %*	11 %	*98 %*	*99,8 %*
Welchia ou *Clostridium*	Nombre de souches testées.	39	39	39	39	39	39	39	39	—	—
	Souches résistantes :										
	Nombre.	23	1	36	38	38	38	0	35	—	—
	Pourcentage. . . .	60 %	2,5 %	92,5 %	97,5 %	97,5 %	97,5 %	0	0	—	—
	Souches sensibles :										
	Nombre.	26	38	3*	1*	1*	1*	39**	4	—	—
	Pourcentage. . . .	40 %	97,5 %	7,5 %	2,5 %	2,5 %	2,5 %	*100 %*	10 %	—	—

** dont 6 peu sensibles.
souches peu sensibles.

N.B. — Le comportement de *Welchia* et *Clostridium* vis-à-vis de la Framycétine et de la Néomycine n'a pas été étudié.

Parmi les antibiotiques étudiés, les plus actifs apparaissent donc être :

— contre *Escherichia coli* : la framycétine, la colimycine, la néomycine, le chloramphénicol ;

— contre *Welchia* : l'érythromycine, le chloramphénicol et, à un degré moindre, la pénicilline.

Il convient d'ajouter à ceux-ci d'autres antibiotiques dont l'efficacité n'a pas été testée dans cette étude, mais également très actifs :

— contre *Escherichia coli* : la belcomycine, la kanamycine, les polymixines ;

— contre *Welchia* : la bacitracine, la vancomycine.

D'après l'étude faite, le chloramphénicol apparaît statistiquement « in vitro » comme l'antibiotique le plus actif dans le traitement des diarrhées des veaux. Largement utilisé, il a également donné d'excellents résultats « in vivo », mais il semble qu'à l'heure actuelle des phénomènes de résistance microbienne se font jour de plus en plus nombreux. C'est pourquoi, il me semble préférable d'utiliser :

— soit des antibiotiques spécifiques moins usuels, tels la belcomycine N.D., la kanamycine ;

— soit des associations permettant la couverture d'un spectre plus large, ou la potentialisation des effets de chaque antibiotique :

- tétracycline - chloramphénicol (cyclomycétine N.D.),
- pénicilline - colimycine,
- spiramycine - polymyxine,
- néomycine - bacitracine.

Faisons une étude rapide de chacun de ces antibiotiques (cf. tableau Spectre d'activité, page 47).

Le chloramphénicol, obtenu actuellement par voie synthétique en partant de l'acétophénone, est un antibiotique bactériostatique aux doses thérapeutiques. Il agit par inhibition de la synthèse des protéines et de l'acide ribonucléique de la cellule bactérienne.

Administré par voie orale, l'absorption digestive est rapide et bonne, permettant cependant une concentration intestinale active, avec modification de la flore coliforme intestinale, remplacée par des levures, souches de proteus, pseudomonas, etc., résistants à l'antibiotique.

La résistance microbienne au chloramphénicol est modérée et progressive, du type « pénicillinique ». Sa toxicité aiguë est

Germes	Pénicilline	Bacitracine	Érythromycine et Spiramycine	Tétracycline	Chloramphénicol	Kanamycine Néomycine	Streptomycine	Polymixines Colimycine	Sulfamides	Nitrofuranes
COCCI GRAM +										
Staphylocoque	++++	++++	++++	++	++++	++++	+		++	++
Streptocoque	+++	+++	+++	++	+++	+	+		+	+
Enterocoque	+	++	++	++	++	+	+		++	+
Pneumocoque	++++	++	++	+++	+++	+	+		+++	++
COCCI GRAM —										
Meningocoque	+++	+	++	++	++	+	+		+++	+
Gonocoque	++++	+	++	++	++	++	+		+	++
BACILLES GRAM +										
Clostridium welchia	+++	+	+++	++	+++	+	+	+	+	+
B. anthracis	++++	+	++	+	++	+	+	+	+	+
Erysipelothrix	++++	+	++	++	+	+	+	+	+	++
Listeria	+++	+	++	++	++	+	+	+	+	++
Mycobacterium tuberculosis	+	+	+	+	+	++	+++	+	+	+
BACILLES GRAM —										
Haemophilus influenzae	+	+	++	+++	++++	++	++	++++	++	+
Escherichia coli	+	+	+	++	++++	+++	++	++++	++	++
Klebsiella pneumoniae	+	+	+	++	++	+	+	++	+	+
Proteus	++	+	+	+	++	++	+	++	+	++
Pseudomonas	+	+	+	+	+	++	++	+++	+	++
B. pyocyanique	+	+	+	+	+	++	++	+	++	+
Salmonella	++	+	+	+	++++	++	+	+	+	+
Brucella	+	+	++	++	++++	+	++	+	+	+
Pasteurella	+	+	++	++	++++	++	+++	+	+	+
Leptospires	++	+	++	++	++	+	+	+	+	
Rickettsies	+	+	++	++++	+++	+	+	+		++

réduite; cependant, dans le cadre qui nous intéresse, celui des nouveau-nés, on décrit des accidents graves, avec collapsus circulatoire mortel. Il semble que chez les animaux nouveau-nés, du fait de l'immaturité des organes, les processus de détoxification de l'antibiotique (par conjugaison glycuronique), ainsi que son élimination rénale, soient défectueux.

Les tétracyclines sont bactériostatiques aux doses utilisées; leur mode d'action est semblable à celui du chloramphénicol. L'absorption digestive est moins complète que celle du chloramphénicol, permettant une concentration intestinale active, avec suppression temporaire de la flore coliforme intestinale normale. La concentration sanguine obtenue est également moins élevée que celle du chloramphénicol.

La résistance microbienne aux tétracyclines est une résistance progressive, du type « pénicillinique ». Il y a le plus souvent résistance croisée entre les quatre tétracyclines, de même qu'il existe une résistance croisée avec le chloramphénicol pour les entérobactéries gram (—).

La streptomycine, extraite de souches sélectionnées de *Streptomyces griseus*, est un antibiotique bactériostatique et bactéricide. Administrée par voie orale, la streptomycine ne s'absorbe pas et, étant stable, s'élimine intacte dans les selles (98 %), stérilisant ainsi la flore microbienne intestinale sensible.

Son activité, tant « in vitro » qu' « in vivo », sur les souches d'*E. coli* est faible (sauf quelques souches sensibles). Son intérêt réside surtout dans une administration conjuguée avec d'autres antibiotiques (tétracyclines, particulièrement), donnant alors d'excellents résultats.

La résistance microbienne à la streptomycine est fréquente, rapide et d'emblée forte. Il y a résistance croisée entre streptomycine, kanamycine, néomycine, framycétine.

La néomycine, extraite de *Streptomyces fradiae*, est un antibiotique bactéricide. Administrée par voie orale, l'absorption digestive est très faible (3 %) : on obtient donc une concentration intestinale très forte; de plus, l'antibiotique est stable en présence des ferments digestifs: on peut le récupérer, presque en totalité, et non modifié, dans les fèces.

Il y a résistance croisée avec la streptomycine pour les entérobactéries, avec la kanamycine et la framycétine.

La néomycine est relativement toxique par voie générale (oreille: surdité, reins: albuminurie, azotémie). De plus, il faut éviter de l'employer en injections intrapéritonéales, car elle a parfois une action curarisante de blocage neuromusculaire avec crises d'apnée.

La kanamycine, extraite de *Streptomyces kanamyceticus,* est un antibiotique bactéricide, voisin de la néomycine, mais moins toxique. Administrée par voie orale, elle n'est pas absorbée par la muqueuse digestive, d'où son intérêt dans la thérapeutique intestinale locale.

La résistance microbienne est lente, mais régulière, de type « pénicillinique ». Il existe une résistance croisée entre kanamycine, néomycine et framycétine.

Les polymyxines, extraites des filtrats de culture du *Bacillus polymixa,* sont au nombre de 5, seules les polymyxines B et E étant employées en clinique. Ce sont des antibiotiques bactéricides à action très rapide envers les bacilles gram négatifs. Administrées par voie orale, elles ne sont pas absorbées par la muqueuse digestive (action locale). Par voie générale, elles passent rapidement dans le sang, où elles sont fixées par les protéines. Elles sont relativement toxiques (reins, système nerveux, irritations locales); c'est pourquoi on les utilise surtout par voie orale.

La résistance microbienne est très réduite et tardive; il existe une résistance croisée avec la colimycine.

La colimycine (*belcomycine N.D.*), extraite d'*Aerobacillus colistrinus,* est un antibiotique bactéricide, proche des polymyxines. Par voie orale, elle n'est pas influencée par les variations du pH; l'absorption digestive est minime et le taux sanguin négligeable.

La résistance microbienne est rare; il y a résistance croisée avec les polymyxines.

Les pénicillines, dont le nombre croît sans cesse, sont des antibiotiques à action bactériostatique et bactéricide sur les germes sensibles dans leur phase active de multiplication; elles agissent par inhibition du métabolisme du nucléotide de la membrane bactérienne (aucune action sur les gram négatifs, dont la membrane est protégée par une couche extérieure de lipoprotéines).

Certaines (pénicilline G) sont détruites par l'acidité gastrique. D'autres (pénicilline V, phénéthricilline) peuvent être administrées par voie orale (stables en milieu gastrique, bien absorbées par la muqueuse).

Leur toxicité est faible (intolérance locale, chocs anaphylactiques).

L'installation d'une résistance bactérienne est lente et progressive. Les pénicillines ne présentent de résistance croisée avec aucun autre antibiotique.

La bacitracine, extraite de *Bacillus licheniformis* (*B. subtilis* Tracy I), est un antibiotique bactéricide. Administrée par voie orale, l'absorption digestive est très réduite; l'antibiotique n'est pas détruit par les ferments digestifs.

La résistance microbienne est lente et progressive, du type « pénicillinique ». Il n'y a pas de résistance croisée avec aucun autre antibiotique. Au contraire, il y a action synergique avec la pénicilline, la streptomycine et la néomycine. Enfin, la bacitracine présente une certaine toxicité sur le rein.

L'érythromycine, extraite de *Streptomyces erythreus,* est bactériostatique aux doses thérapeutiques (bactéricide à forte concentration); elle agit en inhibant les synthèses protéiques bactériennes (comme le chloramphénicol).

L'absorption digestive est rapide après administration *per os*; l'érythromycine (basique) doit être protégée par dragéification, car elle est inactivée en milieu gastrique acide.

La résistance microbienne se développe rapidement, souvent d'un seul coup (mutations) : c'est une résistance du type « streptomycine ».

La spiramycine, extraite de *Streptomyces ambofaciens,* est également bactériostatique. Elle est stable en milieu acide gastrique, bien absorbée par la muqueuse digestive.

La résistance microbienne est de même type que pour l'érythromycine.

Il existe une résistance croisée entre érythromycine, spiramycine et carbomycine.

2. Les sulfamides

Un moment rejetée dans l'ombre par l'utilisation presque exclusive des antibiotiques, la sulfamidothérapie connaît un nouvel essor depuis l'apparition de phénomènes de résistance microbienne aux antibiotiques et la création de sulfamides retard, d'utilisation plus facile.

Les sulfamides peuvent être utilisés dans les diarrhées des veaux :

— *soit comme anti-infectieux général.* Les sulfamides les plus utilisés sont des dérivés pyrimidiniques et pyridaziniques :

- la sulfadiazine
- la sulfamérazine
- la sulfaméthazine

tous très actifs, permettant une concentration sanguine élevée
- la sulfaméthoxypyridazine (Sultirène N.D.) - sulfamide retard.

Ces divers sulfamides sont souvent employés en association avec les antibiotiques, notamment pénicilline, streptomycine, tétracyclines et chloramphénicol;

— *soit comme anti-infectieux à action locale, intestinale.*

Ce sont les sulfamides non absorbables :

- la sulfapyridine (Dagenan N.D.), très active, mais toxique, et qui n'est plus guère utilisée;
- la sulfaguanadine (Ganidan N.D.), qui a une bonne activité intestinale;
- le sulfathiazol, très actif, mais de tolérance digestive et générale médiocres. On préfère utiliser à l'heure actuelle ses dérivés :

  le succinylsulfathiazol,
  le phtalylsulfathiazol,
  le formosulfathiazol;
- la salicylazosulfapyridine (salazopyrine), qui a une affinité élective pour le tissu conjonctif enflammé et atteint ainsi, au niveau même des lésions sous-muqueuses, une concentration plus élevée que les autres sulfamides.

3. Les sulfones

Peu utilisées seules, les sulfones s'associent parfaitement aux thérapeutiques par les sulfamides et les antibiotiques. On emploie essentiellement la « sulfone mère » (diamino diphényl sulfone) bien tolérée par l'organisme. Administrée par voie orale, elle provoque une sulfonémie rapide et à effet retard; de plus, elle est éliminée presque exclusivement par les fèces (et le lait chez les adultes), d'où une concentration intestinale élevée.

4. Les dérivés nitrofuraniques

Actifs contre les germes gram positifs et gram négatifs (dont *E. coli*), ils peuvent être utilisés dans les diarrhées des veaux :

— la furaltadone, comme anti-infectieux général; administrée par voie orale, l'absorption digestive est très bonne, permettant l'obtention d'une concentration sanguine élevée;

— la nitrofurazone,

— la furazolidone (Furoxone)
comme anti-infectieux locaux. L'absorption digestive est réduite, la concentration intestinale élevée.

5. L'oxyquinoléine et ses dérivés

L'oxyquinoléine, absorbée lentement par les voies digestives, est un antiseptique intestinal de tout premier ordre, ceci à des doses relativement faibles.

Parmi les dérivés employés dans le traitement des diarrhées, citons :

— le di iodo quinolinol, bactéricide puissant et polyvalent;
— le nitro 5 - hydroxy 8 - quinoléine, qui présente un spectre antimicrobien étendu, une toxicité très faible, et ne donne lieu à aucun phénomène de résistance microbienne (Diarocol N.D.).

6. Les antiseptiques intestinaux

La liste en est longue et non limitative. Citons, parmi les plus anciennement employés :

— le benzonaphtol, à la dose de 3-6 g par jour, *per os*;
— le salol, à la dose de 5 g par jour, *per os*;
— la créosote, à la dose de V gouttes (dans de l'huile);
— la créoline, à la dose de 1-2 g (dans de l'huile);
— le tanin, à la dose de 3-6 g par jour, *per os*;
— le tanoforme, à la dose de 6-12 g par jour, *per os*;
— gélotanin, à la dose de 0,25 g pour 10 kg de poids vif;
— eau de chaux, à la dose de 500-1 000 g.

Ces différents antiseptiques intestinaux, comme les sulfamides peu résorbables d'ailleurs, gagnent à être administrés avec un excipient pulvérulent : poudre de quinquina, de cachou, farine de caroubes, etc.

Nous retiendrons cependant plus particulièrement :

— *le bismuth et ses sels* (salicylate, nitrate basique, aluminate) : les sels bismuthiques insolubles adhèrent à la muqueuse et la protègent contre les irritations phlogogènes; ils possèdent de plus des vertus antiseptiques, anti-acides et anti-fermentescibles;

— *les sels d'alumine :*

- le kaolin, silicate naturel, est un absorbant puissant; il ralentit considérablement le passage des substances fluides et nutritives le long du tractus intestinal enflammé, et absorbe les déchets toxiques. Il agit donc comme asséchant et antiphlogistique, tout en supprimant la putréfaction;

- le salicylate basique d'aluminium (alunozal N.D.) se décompose sous l'effet de l'alcalinité intestinale en salicylate basique et en alumine gélatineuse. Sous cet état de gelée insoluble, l'alumine possède en plus de ses puissantes propriétés astringentes, le pouvoir de fixer et d'absorber les toxines et les produits de fermentation. De plus, les propriétés antiseptiques et analgésiques propres au salicylate alcalin renforcent encore l'action antidiarrhéique;
- l'attapulgite (silicate d'aluminium et de magnésium activé) est une argile purifiée possédant de remarquables propriétés gonflantes, absorbantes et couvrantes. Elle réduit le volume excédentaire du liquide intestinal; elle absorbe les bactéries et leurs toxines, les virus, les gaz de fermentation, et en général tous les produits toxiques présents dans l'intestin; en s'étalant sur toute la surface de la muqueuse intestinale, elle joue le rôle d'un film protecteur et cicatrisant; elle possède enfin un pouvoir hémostatique favorisant la coagulation des nombreuses ruptures vasculaires du tube digestif;
- l'alulévilite est un gel de silice en poudre d'une extrême finesse; il réalise dans l'intestin un fin réseau qui fixe par capillarité les acides minéraux et organiques, les toxines et les gaz;

— *le charbon actif,* outre son pouvoir absorptif élevé, possède des effets antiseptique, antitoxique et désodorisant non électifs. A côté de l'absorption physique, il occasionne des changements chimiques sous forme d'oxydation (condensation d'oxygène à sa surface) et de décomposition (dissociation de sels).

7. Les sérums anti-spécifiques

De même que l'apport de gamma globulines peut être d'un grand intérêt sur le plan de la prophylaxie, de même la sérothérapie rend de grands services dans le traitement des diarrhées des veaux. Il faut de préférence l'utiliser en association avec l'antibiothérapie; un synergisme entre divers antibiotiques et les gamma globulines a pu être démontré expérimentalement : c'est le cas pour le chloramphénicol (Fischer et Sako, 1962) et la streptomycine (Zimmermann, 1960).

De plus, il a été démontré qu'une hypovitaminose A provoque une importante nécrobiose des cellules de Kupffer et une diminution des tissus lymphoïdes dans la rate, donc une hypogammaglobulinémie (Frank, 1955). Les gamma globulines constituent déjà, en soi, un stimulant physiologique pour une production rapide et active d'anticorps (Mayr, 1965).

L'association de la sérothérapie à la vitamine A augmente donc la résistance des sujets, et, partant, les chances de guérison. Dans le même ordre d'idée, l'injection de 500 ml du sang de la mère sous la peau du veau, ou la transfusion sanguine pure à l'aide de ce même sang, réalisent souvent de véritables résurrections.

8. Le lysozyme

Découvert en 1922, par A. Fleming, le lysozyme est un enzyme produit par les tissus animaux ou végétaux, et responsable de la lyse de certaines bactéries. Les sources les plus riches sont les leucocytes, les larmes humaines, les blancs d'œufs.

Le lysozyme exalte les moyens de défense de l'organisme en diminuant la vitalité microbienne et en augmentant la capacité phagocytaire. Son action se manifeste par la lyse de certains germes gram positifs, la lyse des germes gram négatifs déjà attaqués, l'augmentation du taux des agglutinines, ainsi qu'une activité antivirale due à l'intervention d'un coenzyme. Il est à noter, de plus, que le lysozyme ne connaît pas de phénomènes de résistance microbienne.

Il existe une synergie entre le lysozyme et divers antibiotiques, l'association lysozyme-streptomycine (Symedyl N.D.) étant l'une des plus intéressantes pour le traitement des diarrhées des veaux.

9. Le bactériophage

La bactériophagie peut se définir comme un phénomène d'autophagie, ressortissant à l'action d'un principe lytique produit par la bactérie elle-même. Le bactériophage a une action lytique importante vis-à-vis de la bactérie qui lui a donné naissance, mais également vis-à-vis d'autres bactéries.

En clinique vétérinaire, dans l'impossibilité de porter un diagnostic bactériologique précis, il faudra préférer l'usage d'une association de plusieurs familles de bactériophages (bactériophage polyvalent) au seul bactériophage colibacillaire.

Les résultats sont variés, parfois très spectaculaires, mais avec des échecs aussi nets que les réussites. Les résultats favorables sont de l'ordre de 60 % ; dans tous les cas, l'amélioration se produit dans les 24 heures suivant l'administration du bactériophage; il convient de ne pas persister sinon.

Compte tenu de son prix de revient fort bas, le bactériophage constitue un bon adjuvant des traitements classiques des diarrhées des veaux.

10. Colithérapie

L'utilisation du colibacille apathogène dans le cadre de la prophylaxie des diarrhées des jeunes veaux est la méthode qui nous a donné les résultats les plus favorables (environ 90 % de réussite).

Rappelons le principe de la colithérapie : Sears et ses collaborateurs ont montré que chez les animaux porteurs d'*Escherichia coli* résidents, on n'observait pas de surinfection par d'autres souches d'*Escherichia coli*, notamment des souches pathogènes. Tout se passe donc comme si l'ensemencement du tube digestif par une souche de colibacille apathogène devenue résidente interférait avec la colonisation de souches entéropathogènes. Il se crée ainsi un état de prémunition permettant de lutter avec efficacité contre les sérotypes pathogènes d'*Escherichia coli*. Cette thèse est également défendue par Eyquem qui affirme que « un des meilleurs moyens de défense vis-à-vis de bactéries pathogènes semble être l'hébergement par l'organisme de bactéries vivantes et adaptées comme résidentes de la même espèce, mais dépourvues de virulence ».

A titre curatif, le colibacille apathogène ayant rarement été utilisé seul, il est difficile d'évaluer la part qui lui revient dans les guérisons obtenues. Cependant, dans la plupart des cas, ce réensemencement paraît changer les conditions d'action des thérapeutiques habituelles, en prévenant en particulier les troubles de l'antibiothérapie, en favorisant un rétablissement plus rapide des animaux et en prévenant les rechutes.

11. Bacillus subtilis et ferments lactiques

Le Bacillus subtilis acidifie le milieu intestinal; il possède des propriétés bactériostatiques, bactériolitiques et bactéricides à l'égard des germes gram + et gram — responsables des infections intestinales.

Les ferments lactiques entretiennent une acidité favorable au développement d'une flore intestinale utile qui s'oppose aux effets nocifs des bactéries pathogènes. De plus, après l'antibiothérapie et la destruction partielle de la flore digestive qu'elle aura provoquée, les ferments lactiques vivants permettront un réensemencement du tube digestif.

12. L'homéopathie

Nous la citerons plutôt pour mémoire, car ses résultats dans le traitement des diarrhées des jeunes nous paraissent aléatoires. Dans certains cas peu graves, l'expérience peut être tentée avec des préparations à base de principes divers :

Arsenicum album,
Cantharis vesicatoria,
Cinchona officinalis,
Colchicum automnale,
Mercurius solubilis,
Podophyllum peltatum,
Veratrum album, etc.

II. TRAITEMENT SYMPTOMATIQUE

1. Correction du syndrome humoral

Rappelons les principales caractéristiques du syndrome humoral évoluant chez les veaux atteints de diarrhée :

- l'acidose est presque constante (les rares cas d'alcalose coïncidant avec les cas d'hypokaliémie) ;
- l'hypomagnésiémie est constante de façon précoce;
- l'hyponatrémie est constante, mais plus tardive;
- il y a presque toujours hyperkaliémie modérée;
- la chlorémie, enfin, est très variable.

A partir de ces données, on peut envisager la composition théorique d'un liquide réhydratant :

— il convient de restaurer la réserve alcaline; cet effet sera réalisé par l'apport d'ion bicarbonate (cet effet pourrait être obtenu par tout autre ion alcalinisant, tel que le lactate ou l'acétate, mais il semble inutile d'obliger l'organisme, déjà fatigué, à opérer une nouvelle conversion) ;

— pour compenser le déficit sodé, l'ion bicarbonate sera administré sous forme de bicarbonate de sodium. La présence de ce sel permettra l'obtention d'un pH légèrement alcalin, nécessaire pour combattre l'acidose métabolique parfois sévère;

— la chlorémie étant très variable, le mieux, semble-t-il, est de s'abstenir d'apporter cet ion au cours de la réhydratation. Par contre, il peut être bénéfique, vu la constance de l'hypomagnésiémie, d'apporter en plus un sel de magnésium;

— la kaliémie élevée, enfin, invite à ne pas rajouter de potassium à cette solution. En revanche, lorsque l'animal sera en voie de guérison, il pourrait être utile de fournir un supplément de potassium, pour éviter l'hypokaliémie qui risque de survenir après la reprise de la diurèse et la recharge potassique des cellules.

Darraspen, Florio, Joubert pensent que l'hypochlorémie est beaucoup plus fréquente que l'hyperchlorémie. Ils proposent donc

un sérum isotonique chloruré-glucosé, bonifié par la présence d'un alcalinisant et d'un sel de potassium, du type :

— Sérum chloruré isotonique, sol. à 8 ‰;
— Sérum glucosé isotonique, sol. à 47 ‰;
Citrate de sodium : 1 g;
Chlorure de magnésium : 0,3 g;
Chlorure de calcium : 0,5 g;
Eau distillée, q.s.p. : 1 000 ml.

Nous avons déjà souligné que la chlorémie était très variable, et qu'il valait mieux s'abstenir d'apporter des ions chlore. De plus, la déshydratation porte uniquement sur le compartiment extracellulaire, avec hyperhydratation cellulaire et hypovolémie. Il semble donc qu'il faille préférer des solutions hypertoniques pour lutter contre ce type de déshydratation. Nous suivrons donc plutôt la théorie de J.-C. Fayet qui propose deux types de solutions utilisées avec succès, qui se caractérisent par une pression osmotique assez forte pour combattre l'hyperhydratation cellulaire.

	SOLUTION I	SOLUTION II
Glucose	15 g	15 g
Saccharose	15 g	15 g
Bicarbonate de Na	30 g	10 g
Eau distillée q.s./1 000 ml	1 000 ml	1 000 ml
pH	8,1	8,1
Osmolarité	840 m.osm./l	360 m.osm./l
Voie d'administration	I.V. strict.	I.V. ou I. Périt

La présence de saccharose, sucre peu métabolisable et ne diffusant que faiblement dans les cellules, paraît doublement bénéfique : en créant une hyperosmolarité extracellulaire, et associé à l'ion Na^+ apporté par le bicarbonate de sodium, il facilite le transfert d'eau cellulaire vers le secteur extracellulaire, compensant ainsi la déshydratation de ce compartiment et l'hyperhydratation des cellules; de plus, sa présence entraîne une diurèse osmotique bénéfique, l'urémie étant toujours forte chez les veaux en état de diarrhée.

Le glucose est ajouté à la solution pour fournir un nutriment à l'animal. Il convient également de lui adjoindre des acides aminés pour pallier le catabolisme azoté important.

Il faut souligner que parmi les réhydratants actuellement

disponibles dans le commerce, la plupart ont un pH acide et ne contiennent pas d'ion bicarbonate pour restaurer la réserve alcaline. Les seuls qui soient légèrement alcalinisants développent une pression osmotique voisine de l'isotonicité. Le meilleur réhydratant serait encore, semble-t-il, le plasma bovin.

Il convient de remarquer que le type de déshydratation rencontré dans les diarrhées des veaux présente quelques analogies avec la distribution de l'eau et des électrolytes dans les cas d'insuffisance surrénalienne. Il est possible que l'animal épuise ses surrénales dans sa lutte pour la compensation du déficit sodé. Il semble donc que l'administration de *corticoïdes* puisse avoir un effet bénéfique dans la lutte contre la déshydratation, sans préjudice de leur activité inflammatoire et anti-choc.

Le traitement du collapsus circulatoire peut enfin faire appel à des vasopresseurs, tels l'éphédrine. Les analeptiques cardio-respiratoires seront également de précieux adjuvants.

2. Contre le syndrome neurovégétatif

Il existe dans les diarrhées une irritation neurovégétative qui risque d'entraîner l'apparition d'une forme grave d'entérite, irréversible et rapidement mortelle. D'où l'intérêt d'une déconnexion par les neuroplégiques, telle la chlorpromazine (Largactil ND), à la dose de 1 mg/kg.

3. Antidiarrhéiques et spasmolytiques

Divers produits sont employés dans la lutte contre la diarrhée pour leurs activités spasmolytique, antisécrétoire ou antipéristaltique. Citons :

— le sulfate d'hordénine, par voie sous-cutanée, comme antidiarrhéique et antiseptique intestinal;
— le bromhydrate de scopolamine;
— l'aminopromazine (Lispamol ND) } comme
— la linnamavérine } spasmolytiques;
— l'iodure d'isopropamide (Pamétal ND ou R. 79), qui diminue de façon durable la sécrétion et la motilité intestinale;
— le Diphenoxylate (Sediar ND), freinateur de la motricité intestinale.

4. Anti-inflammatoires

Nous retrouvons ici :
— les corticoïdes, déjà étudiés pour la correction de la déshydratation;
— divers antiseptiques intestinaux, déjà étudiés également.

Il convient de faire une place à part à l'*Alpha-Chymo-Trypsine*, endopeptidase naturelle sécrétée par le pancréas, qui, à son action protéolytique principale, joint une action d'appoint et de potentialisation des antibiotiques et des corticoïdes pour les traitements anti-infectieux et anti-inflammatoires. Son administration en association avec divers antibiotiques, par voie orale, donne d'excellents résultats.

III. TRAITEMENT COMPLÉMENTAIRE

1. Vitaminothérapie

La vitamine A est la vitamine de protection des épithéliums, et, pendant et après une crise entéritique, un apport supplémentaire s'avère très utile. La voie parentérale est préférable à la voie buccale, car elle évite l'ingestion de substances huileuses, toujours assez mal tolérées.

La vitamine C (acide ascorbique) joue un rôle comme catalyseur de l'élaboration des corticostéroïdes et potentialise l'activité antibactérienne des globules blancs. Elle agit donc en augmentant la résistance des sujets.

Les vitamines du groupe B sont synthétisées par la flore intestinale des ruminants. Chez le veau, monogastrique temporaire, l'apport en vitamines B est fourni par le lait. Après une diarrhée, le besoin est encore plus grand, car l'absorption et la synthèse de ces vitamines sont gravement perturbées, à la fois par l'infection et la thérapeutique anti-infectieuse. On peut utiliser la voie buccale : levure de bière fraîche, ou lyophylisée; ici encore, du fait de la mauvaise absorption intestinale, il faut préférer l'administration parentérale de complexes vitaminiques B injectables.

Loosli insiste particulièrement sur l'importance de la vitamine PP dans la prévention et le traitement des diarrhées blanches du veau (White Scour) : outre son action spécifique sur les entérites nécrotiques, elle assure une meilleure tolérance aux sulfamides. On peut en administrer 0,5 g à 1 g par jour, par voie sous-cutanée.

2. Thérapeutiques diverses

Les acides aminés sont employés pour pallier le catabolisme azoté important. Les acides aminés soufrés, telle la méthionine, constituent d'excellents facteurs de protection et de détoxification.

Les protéolysats de poisson, riches en acides aminés, en acide désoxyribonucléique, et en divers catalyseurs biologiques, jouent

le double rôle de stimulant énergétique, et de reconstituant plastique.

Les sucroglycérides (esters de saccharose), incorporés aux laits, leur confèrent une homogénéité parfaite et accroissent donc leur digestibilité. Ils se comportent comme des facteurs de protection de la muqueuse intestinale.

Les chlorophylles, en plus de leur action désodorisante fort appréciée dans les cas de diarrhée, agissent comme sequestrant des toxines microbiennes. Elles ont un puissant pouvoir cicatrisant qui contribue à la réparation rapide des muqueuses lésées.

Terminons par un emprunt aux techniques humaines de traitement des colibacilloses, où certains médecins obtiennent de bons résultats en acidifiant les milieux où pullulent les colibacilles, dans les affections rénales en particulier. Or, en pratiquant des autopsies de veaux morts d'affections néonatales, en faisant des dilutions de matières fécales, et en recherchant le pH de cette dilution, on met systématiquement en évidence une alcalinité importante. L'administration par voie buccale de liqueur phosphorée acide, à pH = 4,5, a pour effet de bloquer le développement des colonies microbiennes. Il est bien évident que ce traitement ne doit être employé que sur des veaux non comateux, conservant une certaine énergie, et un certain appétit, et qu'il doit être proscrit sur les veaux en état d'acidose sanguine, où il ne ferait que précipiter l'évolution fatale.

SCHEMAS THERAPEUTIQUES CONDUITE DU TRAITEMENT

Il est bien évident que, parmi cette multitude de médicaments, le choix du traitement sera conditionné par la forme clinique.

Dans le cas d'un syndrome dyspepsique, on accordera la prééminence au traitement hygiénique, complété par l'antisepsie intestinale :

- Diète hydrique : 48 heures;
- Administration de laits médicamenteux;
- Vitamines du groupe B;
- Antidiarrhéiques;
- Ferments lactiques.

Dans le cas d'un syndrome entéritique, le traitement hygiénique et diététique conservera tous ses droits, mais il convient d'y ajouter un traitement spécifique anti-infectieux et un traitement symptomatique.

Traitement anti-infectieux

Dalton a réalisé, entre 1950 et 1960, plusieurs séries d'expériences sur des veaux atteints de diarrhées, en étudiant notamment l'action de divers antibiotiques et sulfamides suivant leur nature, leur mode d'administration, la nature de l'alimentation.

Il ressort de ses travaux :

- Il existe une différence notable entre l'alimentation par le lait de la mère et un lait reconstitué de composition semblable : on observe deux fois moins de cas de diarrhée chez les veaux nourris au lait maternel, et les malades guérissent deux fois plus vite.
- L'action des antibiotiques est supérieure lors d'administration par voie orale, plutôt que par voie parentérale (cf. tableau : Valeur des antibiotiques suivant la voie d'administration, p. 61 à 63). Il en résulte que, lorsque nous ne sommes pas en présence de septicémie, il faudra préférer l'administration orale d'antibiotiques. L'administration parentérale devra être réservée aux septicémies dues à une invasion bactérienne provenant d'ailleurs que de l'intestin.
- Certains antibiotiqus ont un effet plus marqué sur la flore intestinale si on répète leur administration plusieurs jours : c'est le cas de la néomycine, de la streptomycine.
  Par contre, d'autres ont un effet plus marqué lors d'administration en une seule dose : c'est le cas des tétracyclines et des sulfamides.
  Il en ressort que le schéma de l'intervention devra être le suivant :
  — le jour de l'intervention, injection intraveineuse : tétracyclines - chloramphénicol (cyclomycétine ND),
  soit chloramphénicol - sulfamides, par exemple;
  — les jours suivants, administration orale de néomycine, polymyxines ... pendant 4 jours consécutifs minimum.

VALEUR DES ANTIBIOTIQUES SUIVANT LEUR VOIE D'ADMINISTRATION

Pour chaque expérimentation, on se sert de lots de veaux homogènes, en gardant un lot de 10 veaux comme témoin. Les animaux sont nourris au lait reconstitué (1,5 litre deux fois par jour) et placés dans de bonnes conditions d'hygiène.

On distingue trois sortes de diarrhée :

Diarrhée 1 (D. 1) : partiellement fluide. Volume plus important

que le volume émis normalement. Emission une ou deux fois par jour.

Diarrhée 2 (D. 2) : fluide, ne contenant que peu de particules solides. Volume des émissions très augmenté. Odeur forte. Emissions fréquentes.

Diarrhée 3 (D. 3) : complètement liquide. Volume très augmenté. Odeur forte. Emissions très fréquentes.

On aura un rapport :

$$p = \frac{\text{Nombre de jours de diarrhée}}{\text{Nombre de jours d'expérimentation}}$$

p = 1 si mort de l'animal.

Le coefficient d'activité des antibiotiques sera donné par la formule :

$$C = \sin^{-1}\sqrt{p}$$

Plus C sera proche de 0, plus l'efficacité de l'antibiotique sera grande.

Les expériences ont été réalisées avec les groupes suivants :

A = groupe témoin.
B = animaux recevant 0,5 g de streptomycine par voie orale deux fois par jour.
C = animaux recevant 0,5 g de streptomycine par voie I.M. deux fois par jour.
D = animaux recevant 250 mg d'oxytétracycline par voie orale deux fois par jour.
E = animaux recevant 250 mg d'oxytétracycline par voie I.M. deux fois par jour.
F = animaux recevant 250 mg de chlortétracycline par voie orale deux fois par jour.
G = animaux recevant 250 mg de chlortétracycline par voie I.M. deux fois par jour.

Les résultats sont réunis dans le tableau de la page 63.

Traitement symptomatique

Il consiste essentiellement à la mise en œuvre de la réhydratation de l'animal. Certains praticiens ont renoncé à la réhydratation des veaux atteints de septicémie grave, en prétendant obtenir des pourcentages de guérison aussi élevés, sinon plus, grâce à l'injection intraveineuse d'antibiotiques, sans réhydratation qu'avec réhydratation (Dr H. Ballot, *Bull. Vét.*

	A	B	C	D	E	F	G
imaux atteints. . . .	10	10	10	10	10	10	10
imaux morts.	2	0	0	0	2	0	2
de jours où les animaux survivants ont eu D.1.	20	23	25	9	16	9	17
de jours où les animaux survivants ont eu D2.	11	12	15	7	24	18	26
de jours où les animaux survivants ont eu D.3.	31	1	13	1	16	7	11
de jours où les animaux survivants ont eu de la diarrhée...	62	36	53	17	56	34	54
Coefficient de valeur des antibiotiques.	0,914	0,608	0,815	0,337	0,853	0,371	0,827
	Lot témoin	Streptomycine orale	Streptomycine intra-musculaire	Terramycine orale	Terramycine intra-musculaire	Auréomycine orale	Auréomycine intra-musculaire

Prat., 53, n° 10, 378, décembre 1969). Je pense cependant qu'il y ait lieu de mettre en doute plus la qualité des réhydratants que l'intérêt de la réhydratation elle-même.

Nous avons étudié précédemment la qualité des solutions réhydratantes à employer. Il reste à définir la quantité de solution à injecter, la vitesse d'injection, le mode d'administration.

La quantité de solution à injecter est importante. CHAPPAT distingue deux périodes dans la conduite de la réhydratation :

- première période de réhydratation proprement dite. C'est une urgence à résoudre dans les deux heures. La quantité à injecter est égale à la moitié de la perte de poids total, que CHAPPAT évalue au 1/10e du poids du corps, soit 4 kg pour un veau de 40 kg. Un tel veau recevrait donc 2 litres.

Pour notre part (cf. Variations de poids au cours de la diarrhée), nous avons estimé le manque à gagner journalier à 1 300 g. Lors d'intervention thérapeutique rapide, une perfusion de 750 ml serait donc suffisante. Insistons sur le fait que cette quantité est un minimum qu'on ne peut abaisser.

- deuxième période, qui couvre les 22 heures suivantes, pendant laquelle la quantité de solution à injecter est au moins égale à la ration journalière du sujet, soit au minimum 2 litres.

Il était tentant, dans le cadre de la médecine vétérinaire où il est difficile d'injecter plusieurs litres de solution pour des questions de temps, d'essayer de concentrer les solutions employées pour diminuer les quantités à injecter.

J'ai, pour ma part, essayé la solution suivante :

Bicarbonate de Na.....	100 g
Glucose.....	30 g
Eau distillée q.s.	1 000 ml

Les résultats obtenus sur le champ sont remarquables (réchauffement du veau durant l'injection de plus de 1°C, les yeux reprennent leur position normale...). Malheureusement, l'excédent d'ions Na^+, ainsi apportés, provoque des décollements des enveloppes cérébrales, avec hématomes sous-méningés se terminant par la mort à la suite de crises tétaniformes.

Le mode d'administration de cette solution, au moins au cours de la première période, doit être la voie veineuse. Ainsi que le signalait le Professeur Charton, dans les états septicémiques extrêmes, tout ce qui n'est pas injection intraveineuse ne peut absolument pas réussir parce que les produits injectés ne sont pas résorbés et ne peuvent quitter ni le tissu conjonctif, ni le tissu musculaire, ni même la cavité péritonéale pour gagner la circulation générale. La ponction veineuse est une opération délicate, du fait de la faible pression sanguine chez le veau déshydraté : il peut être nécessaire d'énucléer la veine.

Au cours de la deuxième période, dans le cas où l'état général de l'animal s'est grandement amélioré, l'administration intrapéritonéale et sous-cutanée, par moitié, peut être pratiquée, pour des motifs de temps et d'économie facilement compréhensifs.

La vitesse de l'injection, enfin, revêt une importance capitale : une injection trop rapide provoque en effet une véritable fuite plasmatique. D'où l'intérêt de l'appareillage mis au point par Chappat, qui permet des perfusions intraveineuses lentes et de longue durée, et le passage, au goutte à goutte, de plusieurs litres de réhydratant en 24 heures.

A défaut de cet appareillage, il faut compter 20 minutes à une demi-heure pour la première perfusion de 750 ml. Il convient de signaler à ce propos que les chocs parfois rencontrés lors d'injections sont dus beaucoup plus souvent à la température des liquides injectés qu'à la vitesse trop grande d'injection. Les solutions seront placées, avant l'injection, au bain-marie à 40°C.

Nous pouvons donc déduire de tout ce qui précède le schéma thérapeutique suivant :

Heure H (moment de l'intervention) :

Par voie I.V. :

750 ml de la solution réhydratante I.
Hydrocortisone : 125 mg.
Cocktail antibiotique (tétracyclines, chloramphénicol, streptomycine, etc.).

Per os :

Tétracycline : 0,5 g ou Terramycine
Kanamycine : 0,250 g Polymyxines

H + 6 heures :

Per os :

Tétracycline : 0,5 g ou Terramycine
Kanamycine : 0,250 g Polymyxines

Intrapéritonéal :

500 ml de la solution réhydratante II.

H + 12 heures :

Per os : - idem -
Intrapéritonéal : - idem -

H + 18 heures :

Per os : - idem -

H + 24 heures :

Per os : - idem -

Voie sous-cutanée :

Sérum physiologique : 200 ml.
Sérum glucosé : 200 ml.

Les trois jours suivants, faire prendre matin et soir :

Per os :

Antibiotiques.
Alpha-Chymotrypsine : 50 mg.
Ferments lactiques.

Par voie parentérale :

Acides aminés (méthionine).
Vitamines A et B.

Le premier jour du traitement, l'animal sera placé sous une lampe à infra-rouges ou (à défaut) au soleil, dans un lieu protégé du vent.

La diète hydrique sera complète les premières 24 heures; les jours suivants, l'animal recevra soit des laits médicamenteux, soit d'autres breuvages : eau de riz, infusion d'écorce de chêne, à la posologie de 1 litre pour 7 kg de poids, répartis en cinq ou six prises dans la journée.

CONCLUSION

La multitude et la diversité des traitements que nous avons passé en revue sont la meilleure preuve — si besoin en était — qu'il n'existe pas de thérapeutique miracle en ce qui concerne les diarrhées des veaux. Les résultats varient selon les régions, et même les élevages. Des impératifs économiques multiples limitent l'action du praticien : beaucoup d'antibiotiques à action spécifique sur le colibacille, par exemple, ne sont pas retenus dans la composition des produits vétérinaires à cause de leur prix de revient trop élevé. De plus, les conditions même d'un élevage d'animaux, avec toutes les imperfections hygiéniques qu'elles comportent, limitent les résultats. Aussi ne peut-on espérer, même dans l'avenir, une thérapeutique efficace à 100 %.

Il n'en reste pas moins qu'avec des soins vigilants, une prophylaxie systématique et les résultats — même imparfaits — des thérapeutiques actuelles, les affections néonatales du veau ne devraient plus constituer, dans les prochaines années, ce fléau qui a pu inciter nombre d'éleveurs, dans certaines régions, à abandonner l'élevage bovin.

Vu : *Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire,*
Rapporteur,
M. BERTHELON.

Vu : *Le Directeur de l'Ecole Vétérinaire,*
R. FLORIO.

Vu : *Le Président de la Thèse,*
SOREL.

Vu : *Le Président*
de l'Université Paul-Sabatier,
L. LARENG.

Vu et permis d'imprimer :
Toulouse, le 22 janvier 1971.
Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,
C. CHALIN.

BIBLIOGRAPHIE

Les ouvrages que nous n'avons pu consulter dans l'original sont marqués d'un astérisque.

Baŕois (A.), Rapin (M.). — Les septicémies à *Escherichia coli*. *Rev. Praticien Fr.*, 1960, *16*, n° 9, 1145-1156.

Bland (J.H.). — Clinical metabolism of body water and electrolytes, 1963.

Blaxter (K.L.), Wood (W.A.). — Some observations on the biochemical and physiological events associated with diarrhea. *Veter. Rec.*, *65*, 889-892.

* L. Braun (O.H.) (en Allemand). — Etat actuel de la chimiothérapie des entérites à *Escherichia coli*. *Wiener. Med. Akad.*, 1967, 887-893.

Bretin (F.). — Sur l'étiologie et la pathogénie des entérites des jeunes bovins. Du rôle du colibacille. *Thèse Doct. Vétér.*, Lyon, 1963.

Brodie (B.B.), Axelrod (J.), Soberman (R.), Levy (B.B.). — The estimation of antipyrine in biological materials. *J. Biol. Chim.*, 1949, *179*, 25-30.

Chappat (P.). — Perfusion intraveineuse lente et de longue durée chez le veau et réhydratation. *Bull. Soc. Vétér. Prat.*, 1968, *6*, 331-343.

Colinet (G.), Kaeckenbeeck (A.), Schoenaers (F.). — Elimination et production d'anticorps colibacillaires chez le veau. *Ann. Méd. Vétér.*, 1961, *105*, 245.

Cottereau (Ph.). — Les maladies nutritionnelles du veau. *Revue Méd. Vétér.*, 1969, *120*, 3, 241-270.

Cottereau (Ph.), Buissière (J.), Saint-Aubert (G. de). — La colibacillose du veau. *Bull. Soc. Sci. Vétér.*, Lyon, 1967, *69*, n° 6, 501-532.

Dalton (R.G.). — Measurement of body water in calves with urea. *Brit. Veter. J.*, 1964, *120*, 378-384.

Dalton (R.G.). — The effects of starwation on the fluids and electrolyte metabolism of neonatal calves. *Brit. Veter. J.*, 1967, *123*, 237-246.

Dalton (R.G.), Fisher (E.W.), Mac Intyre (W.I.M.). — Changes in blood chemistry body weight and haematocrit of calves affected with neonatal diarrhea. *Brit. Veter. J.*, 1965, *121*, 34-41.

Darraspen (E.), Florio (R.), Joubert (L.). — Les sérums salés en médecine vétérinaire. Vigot frères, éditeurs, Paris, 1949.

Debeauvais (H.). — Contribution à l'étude des électrolytes du sang chez les bovins. Leur variation au cours des diarrhées des veaux. *Thèse Doct. Vétér.*, Lyon, 1958.

Dumont (B.L.). — L'utilisation de l'antipyrine pour la mesure « in vivo » de l'eau totale du corps chez les bovins. *Ann. Zootech.*, 1955 b, *4*, 315-319.

Ellenberger (H.B.), Newlander (J.A.), Jones (C.H.). — Composition of the bodies of dairy cattle. *Vermont Agric. exper. Stm. Bull.*, 1950, 558.

Fayet (J.C.). — Recherches sur le métabolisme hydrominéral chez le veau normal ou en état de diarrhée. I. Excrétions fécales et urinaires. Evolution de l'appétit et du poids corporel. II. L'ionogramme plasmatique et le pH sanguin. III. Les compartiments liquidiens. *Recherche Vétér.*, 1968, 99-126.

Ferney (J.). — Le traitement des entérites diarrhéiques du veau. *Fiches techniques du Syndicat National des Vétérinaires*, 1958, *37*, 4, fiches IX à XII.

Ferrando (R.), Charton (A.), Lagneau (L.), Mornet (P.). — *Rev. Méd. Vétér.*, 1963, *6*, 455.

Fey (H.). — La colisepticémie chez les veaux. XVIII[e] Congrès mondial Vétérinaire, Paris, 17 au 22 juillet 1967.

* Fey (H.), Margadant (A.), Nicolet (J.), Hunyady (G.) (en Allemand). — Action prophylactique d'un mélange de sérum de colostrum contre la septicémie à colibacilles des veaux. *Schweig. Arch. Tierheilkde*, 1963, *105*, n° 7, 361-370.

Fisher (E.W.). — Death in neonatal calf diarrhoea. *Brit. Veter. J.*, 1965, *121*, 132-138.

Florio (R.), Cottereau (Ph.). — Diarrhées des veaux et déséquilibres ioniques sanguins. Déductions thérapeutiques.

Fiches techniques du Syndicat National des Vétérinaires, 1960, *39,* fiches III et IV.

Haigh (L.D.), Moulton (C.R.), Trowbridge (P.F.). — Composition of the bovine at birth. *Missouri Afric. exper. Stn. Bull.,* 1920, *38.*

Hix (E.L.), Underdjerg (G.K.), Hughes (J.S.). — The body fluids of Ruminants and their simultaneous determination. *Amer. J. Veter. Res.,* 1959, *20,* 184-191.

Kaeckenbeeck (A.), Colinet (G.), Schoenaers (F.). — Evolution de l'aptitude de l'intestin du nouveau-né à résorber les anticorps apportés par le colostrum. *Ann. Méd. Vétér.,* 1961, *105,* 198.

* Kondracki (M.) (en Polonais). — Etude sur la sensibilité aux antibiotiques et aux préparations de nitrofuranne de souches d'*Escherichia coli* éliminées au cours de la colibactériose des veaux. I. Sensibilité *in vitro.* II. Sensibilité *in vivo* aux préparations de nitrofuranne. III. Sensibilité *in vivo* aux antibiotiques. *Med. Weter. Polska,* I : 1967, *23,* n° 6, 355-356; II : 1968, *24,* n° 3, 169-170; III : 1969, *25,* n° 5, 276-278.

Laine (A.E.L.). — Contribution à l'étude prophylactique de la colibacillose du veau. *Thèse Doct. Vétér.,* Alfort, 1967.

Laplane (R.), Debray (P.), Duché (D.J.). — Résultats du traitement des infections entérales à colibacilles pathogènes par la Framycétine. *Arch. Fr. Pédiatrie,* 1955, XII, 861, n° 8.

Launay (C.), Lange (J.C.). — Utilisation systématique du furoxane dans le traitement des gastro-entérites à *Escherichia coli* du nourrisson. *Rev. Méd. En.,* 1966, 7, n° 21, 1063-66.

Lefebvre (P.), Bouvier (C.), Dupont (E.). — Intérêt de l'association Colimycine - Polymyxine B dans le traitement et la prévention des gastro-entérites à *E. coli* du nourrisson. *Pédiatrie Fr.,* 1966, *21,* n° 4, 486-487.

Leperchey (E.), Frottier (J.). — Résultats cliniques et bactériologiques de l'administration de ferments lactiques. Leur rôle dans la prévention des troubles digestifs de l'antibiothérapie. *Sem. Hôpit. Sem. Thérap. Fr.,* 1965, *41,* n° 4, 221-227.

Lorgue (G.). — Contribution à l'étude de l'eau totale en Médecine Vétérinaire : méthodes de mesure; résultats. *Thèse Doct. Vétér.,* Toulouse, 1964.

Mac Fadden (G.), Richards (C.R.). — The determination of body composition by the use of antipyrine in aureomycine, fed dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 1956, *39*, 1438-1447.

Maupas (Ph.), Rioux (J.). — Emploi d'un colibacille apathogène dans la lutte contre le syndrome « Diarrhée des veaux ». *Bull. Soc. Vétér. Prat. Fr.*, 1969, *53*, n° 2, 95-101.

* Mazurczak (J.) (en Allemand). — Modifications saisonnières de la résistance des veaux nouveau-nés. *Fortpflanzung Besam., Aufzucht. Haust. Dtsch.*, 1967, *3*, n° 5-6, 322-326.

Mc Sherry (B.J.), Grinyer (J.). — The pH value, carbon dioxyde content and the levels of sodium, potassium, calcium, chloride and inorganic phosphorus in the blood serum of normal cattle. *Amer. J. Veter. Res.*, 1964, *15*, 509-510.

Panaretto (B.A.), Till (A.R.). — Body composition « in vivo ». II : The composition of mature goats and its relationship to the antipyrine, tritiated water, and N-Acetyl-4-Amino Antipyrine spaces. *Austr. J. agric. Res.*, 1963, *14*, 926-943.

Panaretto (B.A.), Reid (J.T.). — Body composition « in vivo ». IV : Comparison of the antipyrine and N-Acetyl-4-Amino antipyrine spaces in goats. V : The use of antipyrine and N-Acetyl-4-Amino antipyrine for the estimation of gut water in liwing ruminants. *Austr. J. agric. Res.*, 1964, *15*, 195-199.

Portmann (A.) et coll. — Action des anticorps sur la croissance d'*Escherichia coli*. Présence de ces anticorps dans le lait de vache. *Ann. Inst. Pasteur*, 1912, *103*, n° 1, 141-158.

Quinchon (C.), Henry (G.), Carles (R.). — Immunité colostrale anticolibacillaire chez la vache. *Revue d'Immunologie*, 1961, *25*, 4, 223-233.

Quinchon (C.). — Les toxicoses des jeunes animaux. *Concours médical*, 1961, *26*, 3767-3769.

Renault (L.), Vallée (A.), Gauthier (J.), Maire (C.). — Diagnostic de la colibacillose du veau. *Rech. Méd. Vétér.*, Alfort, 1968, *144*, n° 4, 315-323.

Roy (J.H.B.), Shillan (K.W.G.), Hawkins (G.M.), Lang (J.M.), Ingram (P.L.). — The effects of white scours on the sodium and potassium concentration in the serum of newborn calves. *Brit. Y. Nutrit.*, 1959, *13*, 219-226.

Saint-Aubert (G. de), Valette (L.R.), Papageorgiov (C.). — Préparation et contrôle de l'activité d'un sérum anti-

colibacillaire plurispécifique. *Bull. Acad. Vétér. Fr.*, 1961, *38*, n° 9, 439-446.

Schoenaers (F.), Kaeckenbeeck (A.). — Etude sur la colibacillose du veau. III : Essai d'immunoprophylaxie. *Ann. Méd. Vétér.*, 1960, *104*, 117. IV : Vaccination anticolibacillaire de la vache gestante. *Ann. Méd. Vétér.*, 1963, *107*, 529. V : Immunoprophylaxie expérimentale. *Ann. Méd. Vétér.*, 1964, *108*, 3. Pathogénie et prophylaxie de la colibacillose. *Ann. Méd. Vétér.*, 1965, *109*, 88. Contribution à l'étude de la phase initiale de la résorption des anticorps chez le veau nouveau-né. *Ann. Méd. Vétér.*, 1963, *107*, 81.

* Sitarska (E.), Wasniewski (A.) (en Polonais). — Application prophylactique et curative de gamma-globulines dans la colibacillose des veaux, à la lumière des examens électrophorétiques. *Med. Weter. Polska*, 1967, *23*, n° 8, 462-465.

Soberman (R.J.). — The use of antipyrine in the measurement of total body water in animals. *Proc. Soc. exper. Biol. Med.*, 1950, *74*, 789.

Sutra (R.). — Action de la chlorpromazine sur la croissance de cultures d'*Escherichia coli*. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 1966, *262*, 2784-2787.

Valette (L.R.). — Essai de préparation de lactoglobulines bovines anticolibacillaires. *Bull. Acad. Vétér. Fr.*, 1967, *40*, 351-355.

Vallet (A.). — La déshydratation en médecine vétérinaire. Le syndrome de déshydratation aiguë chez le veau nouveau-né. *Thèse Doct. Vét.*, Lyon, 1964.

Valz (H.), Hunyady (G.), Radu (N.). — Les gammaglobulines dans la thérapeutique des animaux domestiques. *E.V.P.*, 1966, *4*, 171-175.

* Van Hellemond (K.K.), Frik (J.F.), Guinee (P.A.M.) (en Néerlandais). — Quelques données sur la diarrhée des veaux. *T. Diergenuskde Nederl.*, 1965, *90*, n° 9, 609-624.

Watt (J.G.). — The use fluid replacement in the treatment of neonatal disease in calves. *Veter. Rec.*, 1965, *77*, 1474-1481.

Welt (L.G.). — Clinical disorders of hydratation and acid-base equilibrium.

Weisberg (H.F.). — Water, electrolytes and acid-base balance.

Wrenn (T.R.), Cecil (H.C.), Conolly (M.R.), Miller (R.W.), Okamoto (M.), Bitman (J.). — Extra cellular body water of growing calves as measured by thiocyanate space. *J. Dairy Sci.*, 1962, *45*, 205-229.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.

Le syndrome humoral.

I. Excrétion fécale et urinaire. Evolution de l'appétit et du poids corporel 19

II. L'ionogramme plasmatique et le pH sanguin 25

III. Les compartiments liquidiens 32

Conclusion 39

Thérapeutique des diarrhées des veaux.

I. Traitement hygiénique et diététique 43

II. Traitement anti-infectieux 44

III. Traitement symptomatique 56

IV. Traitements complémentaires 59

Schéma thérapeutique. Conduite du traitement 60

Conclusion 67

Bibliographie 69